



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение
Высшего Образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему «Анализ метеорологических характеристик для целей гелио- и ветро-
энергетики»

Исполнитель: Пири Унди Джек ГМ-Б17-1

Руководитель Кандидат географических наук, доцент
Абанников Виктор Николаевич

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


Подпись

Кандидат физико-математических наук, доцент
Сероухова Ольга Станиславовна

« 02 » 06 2021 г.

Санкт-Петербург
2021

Содержание

Введение	3
Глава 1. Современное состояние альтернативной «зеленой» энергетики	6
1.1. Зелёная Энергетика	6
1.2. Анализ современной ветроэнергетики.....	15
1.3. Гелиоэнергетика и виды получаемой энергии	18
Глава 2. Анализ ветрового режима и расчет потенциальной энергии	28
региона	28
2.1. Анализ ветрового режима	28
2.2. Методы расчётов характеристик ветра	30
2.3. Расчет объемов вырабатываемой энергии	36
Глава 3. Оценка гелиоэнергетических ресурсов региона	38
3.1. Основные методы и устройства по преобразования солнечной энергии...	38
3.2. Расчет объемов преобразованной энергии (тепловой и электрической) ...	43
Заключение	49
Список литературы	50
Приложения.	51

Введение

Зеленая энергия-это одна из самых полезных видов энергии, которая собирается из возобновляемых ресурсов, которые естественным образом пополняются в масштабе времени человека, включая углеродно-нейтральные источники, такие как солнечный свет, ветер, дождь, приливы, волны и геотермальное тепло. Этот термин часто также охватывает биомассу, чей углеродно-нейтральный статус находится в стадии обсуждения. Этот тип источника энергии отличается от ископаемого топлива, которое используется гораздо быстрее, чем пополняется.

Прирост мощностей по возобновляемым источникам энергии в 2020 году увеличился более чем на 45% по сравнению с 2019 годом, включая увеличение глобальной мощности ветра на 90% и расширение новых солнечных фотоэлектрических установок на 23%. Альтернативная энергетика подразделяется на:

- Гидро (45%)
- Ядерный (28%)
- Ветер (13%)
- Солнечная (6%)
- Биотопливо (5%)
- Другое (3%)

Зеленая энергия обеспечивает энергией такие сектора, как - производство электроэнергии, отопление/охлаждение воздуха и воды, транспорт и сельские (автономные) энергетические услуги.

Согласно отчету REN21 за 2017 год, доля возобновляемых источников энергии в глобальном потреблении энергии людьми составила 19,3%, а в производстве электроэнергии-24,5% в 2015 и 2016 годах, соответственно. Это потребление энергии делится на 8,9%, приходящееся на традиционную биомассу-су, 4,2% - на тепловую энергию (современная биомасса, геотермальное и солнечное тепло), 3,9% - на гидроэлектроэнергию, а остальные 2,2% - на электроэнергию из ветровой, солнечной, геотермальной и других форм биомассы. В 2017 году мировые

инвестиции в возобновляемые источники энергии составили 279,8 миллиарда долларов США, при этом на Китай приходится 45% мировых инвестиций, а на Соединенные Штаты и Европу - около 15%. По оценкам, в мире насчитывалось 10,5 миллиона рабочих мест, связанных с отраслью возобновляемых источников энергии, с солнечной фотоэлектрикой, являющейся крупнейшим возобновляемым работодателем. Системы возобновляемой энергетики быстро становятся более эффективными и дешёвыми, и их доля в общем потреблении энергии увеличивается. По состоянию на 2019 год более двух третей вновь установленных в мире мощностей по производству электроэнергии были возобновляемыми. Рост потребления угля и нефти может прекратиться к 2020 году из-за увеличения потребления возобновляемых источников энергии и природного газа. По состоянию на 2020 год в большинстве стран фотоэлектрическая солнечная энергия и береговой ветер являются самыми дешёвыми формами строительства новых электростанций.

На национальном уровне по меньшей мере в 30 странах мира уже есть возобновляемые источники энергии, на долю которых приходится более 20 процентов их энергоснабжения. По прогнозам, национальные рынки возобновляемых источников энергии будут продолжать активно расти в ближайшее десятилетие и в последующий период. По крайней мере две страны, Исландия и Норвегия, уже производят всю свою электроэнергию с использованием возобновляемых источников энергии, и многие другие страны поставили перед собой цель достичь 100% возобновляемых источников энергии. О меньшей мере 47 стран по всему миру уже имеют более 50 процентов электроэнергии из возобновляемых источников. Возобновляемые источники энергии существуют в широких географических районах, в отличие от ископаемых видов топлива, которые сосредоточены в ограниченном числе стран. Быстрое внедрение технологий использования возобновляемых источников энергии и энергоэффективности приводит к значительной энергетической безопасности, смягчению последствий изменения климата и экономическим выгодам. В международных опросах общественного мнения

отмечается сильная поддержка продвижения возобновляемых источников энергии, таких как солнечная энергия и энергия ветра.

Хотя многие проекты в области возобновляемых источников энергии являются крупномасштабными, возобновляемые технологии также подходят для сельских и отдаленных районов и развивающихся стран, где энергия часто имеет решающее значение для развития человеческого потенциала. Поскольку большинство технологий возобновляемых источников энергии обеспечивают электроэнергию, использование возобновляемых источников энергии часто применяется в сочетании с дальнейшей электрификацией, которая имеет ряд преимуществ: электричество может быть преобразовано в тепло, может быть преобразовано в механическую энергию с высокой эффективностью и является чистым в точке потребления. В дополнение, электрификация с использованием возобновляемых источников энергии является более эффективной и, следовательно, приводит к значительному сокращению потребностей в первичной энергии.

В Российской Федерации солнечные электростанции еще не использовались в больших масштабах. Примеры использования солнечной энергии с помощью солнечных панелей, солнечных коллекторов имеются в Краснодарском, Ставропольском краях, Ростовской, Томской областях и в других областях.

Целью данной работы является оценка ветровых и солнечных энергетических ресурсов Ростовской области в России. В первой главе представлена общая и историческая информация о зеленой энергетике мира и России. Во второй главе анализируются метеорологические и количественные показатели ветрового режима. Третья глава посвящена анализу радио зонального режима, а также расчету энергетического потенциала региона.

В заключение приводятся основные выводы по результатам работы и обсуждаются задачи по дальнейшей эксплуатации.

Глава 1. Современное состояние альтернативной «зеленой» энергетики

1.1. Зелёная Энергетика

Зеленая энергия - это вид энергии, который генерируется из природных ресурсов, на источников как солнце, вода и т.д.

Включая к этим энергетическим ресурсам является то, что они не наносят вреда окружающей среде из-за этих факторов, как выброс парниковых газов в атмосферу. В качестве источника энергии зеленая энергия часто поступает из возобновляемых источников энергии, таких как солнечная энергия, энергия ветра, геотермальная энергия, биомасса и гидроэлектроэнергия. Каждая из этих технологий работает по-разному, беря энергию от солнца, как с солнечными батареями, или используя ветряные турбины или поток воды для выработки энергии. Для того чтобы считаться зеленой энергией, ресурс не может производить загрязнение, как это происходит с ископаемым топливом. Это означает, что не все источники, используемые отраслью возобновляемых источников энергии, являются "зеленого". пример, производство электроэнергии, которая сжигает органический материал из устойчивых лесов, может быть возобновляемым, но не обязательно зеленым из-за CO₂, образующегося в результате самого процесса сжигания.

Зеленые источники энергии обычно пополняются естественным путем, в отличие от источников ископаемого топлива, таких как природный газ или уголь, на разработку которых могут потребоваться миллионы лет. Зеленые источники также часто избегают добычи полезных ископаемых или буровых работ, которые могут нанести ущерб экосистемам.

Основными источниками являются энергия ветра, солнечная энергия и гидроэлектроэнергия (включая энергию приливов, которая использует энергию океана от приливов в море). Энергия солнца и ветра может быть произведена в небольших масштабах в домах людей или, в качестве альтернативы, она может быть

произведена в более крупных промышленных масштабах. Шесть наиболее распространенных форм заключаются в следующем.

Солнечная энергия. Этот распространенный возобновляемый, зеленый источник энергии обычно производится с использованием фотоэлектрических элементов, которые улавливают солнечный свет и превращают его в электричество. Солнечная энергия также используется для отопления зданий и для горячей воды, а также для приготовления пищи и освещения. Солнечная энергия в настоящее время стала достаточно доступной для использования в бытовых целях, включая освещение сада, хотя она также используется в более широких масштабах для питания целых районов.

Энергия ветра. Ветроэнергетика, особенно подходящая для морских и высокогорных объектов, использует энергию потока воздуха по всему миру, чтобы толкать турбины, которые затем вырабатывают электроэнергию.

Гидроэнергетика. Также известный как гидроэлектростанция, этот тип зеленой энергии использует поток воды в реках, ручьях, плотинах или в других местах для производства энергии. Гидроэнергетика может даже работать в небольших масштабах, используя поток воды по трубам в доме, или может поступать в результате испарения, осадков или приливов в океанах.

Геотермальная энергия. Этот тип зеленой энергии использует тепловую энергию, которая хранится непосредственно под земной корой. В то время как доступ к этому ресурсу требует бурения, что ставит под сомнение воздействие на окружающую среду, это огромный ресурс, к которому когда-то прибегали. Геотермальная энергия использовалась для купания в горячих источниках в течение тысяч лет, и этот же ресурс может быть использован для пара для вращения турбин и выработки электроэнергии. Энергии, запасенной только в Соединенных Штатах, достаточно, чтобы производить в 10 раз больше электроэнергии, чем в настоящее время может производить уголь. В то время как некоторые страны, такие как Исландия, имеют легкий доступ к геотермальным ресурсам, это ресурс, который зависит от местоположения для удобства использования, и для того,

чтобы быть полностью "зеленым", процедуры бурения должны тщательно контролироваться.

Биомасса. Этот возобновляемый ресурс также нуждается в тщательном управлении, чтобы его действительно можно было назвать источником "зеленой энергии". Электростанции на биомассе используют древесные отходы, опилки и горючие органические сельскохозяйственные отходы для производства энергии. В то время как сжигание этих материалов высвобождает парниковый газ, эти выбросы все еще намного ниже, чем выбросы от топлива на основе нефти.

Биотопливо. Вместо сжигания биомассы, как упоминалось выше, эти органические материалы могут быть преобразованы в топливо, такое как этанол и биодизель. Ное топливо. Поставив всего 2,7% мирового топлива для транспорта в 2010 году, биотопливо, по оценкам, сможет удовлетворить более 25% мирового спроса на транспортное топливо к 2050 году.

Зеленая энергия важна для окружающей среды, поскольку она заменяет негативное воздействие ископаемого топлива более экологичными альтернативами. Полученная из природных ресурсов, зеленая энергия также часто является возобновляемой и чистой, что означает, что она не выделяет или мало парниковых газов и часто легко доступна.

Даже если принять во внимание полный жизненный цикл источника зеленой энергии, они выделяют гораздо меньше парниковых газов, чем ископаемое топливо, а также небольшое количество или низкий уровень загрязнителей воздуха. Это не только хорошо для планеты, но и лучше для здоровья людей и животных, которым приходится дышать воздухом.

Зеленая энергетика также может привести к стабильным ценам на энергоносители, поскольку эти источники часто производятся на местном уровне и не подвержены влиянию геополитического кризиса, скачков цен или сбоя в цепочке поставок. Экономические выгоды также включают создание рабочих мест при строительстве объектов, которые часто обслуживают общины, в которых

работают работники. Возобновляемые источники энергии привели к созданию 11 миллион рабочих мест по всему миру в 2018 году, и это число будет расти по мере того, как мы стремимся достичь таких целей, как чистый ноль.

Из-за местного характера производства энергии с помощью таких источников, как солнечная и ветровая энергия, энергетическая инфраструктура является более гибкой и менее зависимой от централизованных источников, что может привести к сбоям, а также быть менее устойчивой к изменению климата, связанному с погодой.

Зеленая энергия также представляет собой недорогое решение для удовлетворения энергетических потребностей многих частей мира. Это будет только улучшаться по мере дальнейшего снижения затрат, что еще больше повысит доступность зеленой энергии, особенно в развивающихся странах.

Сегодня существует множество примеров использования "зеленой" энергии - от производства энергии до теплового отопления зданий, внедорожников и транспорта. Многие отрасли промышленности изучают зеленые решения, и вот несколько примеров:

1. Отопление и охлаждение в зданиях

Решения в области возобновляемой энергетики используются для зданий, начиная от крупных офисных работ и заканчивая домами людей. К ним относятся солнечные водонагреватели, котлы на биомассе и прямое тепло от геотермальных источников, и системы охлаждения, используются на возобновляемых источниках.

2. Промышленные процессы

Возобновляемое тепло для промышленных процессов может использоваться с использованием биомассы или возобновляемой электроэнергии. Водород в настоящее время является крупным поставщиком возобновляемых источников энергии для цементной, черной, сталелитейной и химической промышленности.

3. Транспорт

Устойчивое биотопливо и возобновляемая электроэнергия все шире используются для транспортировки во многих отраслях промышленности. Автомобильная промышленность является очевидным примером того, как электрификация продвигается вперед, чтобы заменить ископаемое топливо, но аэрокосмическая промышленность и строительство-это другие области, которые активно исследуют электрификацию.

Эффективность использования зеленой энергии немного зависит от местоположения, так как при наличии правильных условий, таких как частый и сильный солнечный свет, легко создать быстрое и эффективное энергетические решение.

Однако, чтобы действительно сравнить различные типы энергии, необходимо проанализировать полный источник энергии. Это включает в себя оценку энергии, используемое для создания зеленого энергетического ресурса, определение того, сколько энергии может быть преобразовано в электроэнергию, и любую очистку окружающей среды, которая была необходима для создания энергетического решения. Конечно, ущерб окружающей среде помешал бы источнику действительно быть "зеленым", но когда все эти факторы объединяются, это создает то, что известно как "Выровненная стоимость энергии" (LEC).

Однако, чтобы действительно сравнить различные типы энергии, необходимо проанализировать полный жизненный цикл источника энергии. Это включает в себя оценку энергии, используемой для создания зеленого энергетического ресурса, определение того, сколько энергии может быть преобразовано в электроэнергию, и любую очистку окружающей среды, которая была необходима для создания энергетического решения. Конечно, ущерб окружающей среде помешал бы источнику действительно быть "зеленым", но когда все эти факторы объединяются, это создает то, что известно как "Выровненная стоимость энергии" (LEC). Зеленые энергетические решения также имеют преимущество в том, что после их создания не требуется больших дополнительных затрат энергии,

поскольку они, как правило, используют легко возобновляемый источник энергии, такой как ветер. На самом деле, общая эффективность использования энергии для угля составляет всего 29% от его первоначальной энергетической ценности, в то время как энергия ветра обеспечивает 1164% отдачи от первоначальной потребляемой энергии. Возобновляемые источники энергии в настоящее время оцениваются следующим образом по эффективности (хотя это может измениться по мере продолжения развития событий):

Энергия ветра, Геотермальная, Гидроэнергетика, Ядерный и Солнечная Энергия. Зеленая энергия, похоже, станет частью будущего мира, предлагая более чистую альтернативу многим современным источникам энергии. Легко пополняемые, эти источники энергии не только полезны для окружающей среды, но и способствуют созданию рабочих мест и, похоже, станут экономически жизнеспособными по мере продолжения развития.

Дело в том, что ископаемое топливо должно уйти в прошлое, поскольку оно не обеспечивает устойчивого решения наших энергетических потребностей. Разрабатывая различные решения в области зеленой энергетики, мы можем создать полностью устойчивое будущее для нашего энергетического обеспечения, не нанося ущерба миру, в котором мы все живем. Зеленую энергию также можно определить как возобновляемую энергию, поскольку она не исчерпывается в источнике. Это устойчивая энергия, которая может быть использована будущими поколениями.

Зеленая энергия называется чистой энергией из-за отсутствия негативного воздействия на окружающую среду. Это один из альтернативных источников энергии, которому правительства и различные международные организации уделяют особое внимание в стремлении сохранить планету чистой.

Зеленую энергию также иногда называют энергией, полученной в результате переработки отходов в попытке сделать окружающую среду чище. Такие материалы загрязняют окружающую среду, увеличивая количество отходов и токсичных веществ на поверхности земли. Примеры отходов, используемых для

производства энергии, включают сточные воды, отходы животноводства, твердые бытовые отходы, промышленные отходы и отходы сахарной промышленности. Большинство этих отходов используются для производства биогаза как формы зеленой энергии. Перерабатывая отходы и используя их для получения энергии, окружающая среда становится чище. Многие страны и ведущие экологические организации определили управление отходами как важный шаг на пути к очистке мира и обеспечению устойчивой энергетики.

Зеленая энергия может стать основным источником энергии для промышленности и домов во всем мире только тогда, когда будут приняты во внимание эти ключевые вопросы:

Изменение в культуре, где каждый человек стремится иметь более чистую планету.

Разработка эффективной государственной политики по продвижению зеленой планеты.

Совместные усилия различных заинтересованных сторон по расширению использования "зеленой" энергии и сокращению загрязнения окружающей среды.

Сокращение количества энергии, потребляемой промышленными предприятиями и домами, и ограничение неблагоприятных последствий использования энергии.

Использование технологий, дополняющих зеленые источники энергии.

Переход на зеленую энергию просто подразумевает усвоение практик, которые могут привести к более экологически чистому и экологичному образу жизни, который может помочь защитить окружающую среду и сохранить ее природные ресурсы для нынешнего и будущих поколений.

Возобновляемая энергия, будь то ветровая, солнечная, геотермальная, гидроэлектрическая или биомасса, обеспечивает существенные преимущества для нашего климата, нашего здоровья и нашей экономики.

Один из хороших способов сделать эту миграцию зеленой энергии-полностью уменьшить зависимость от производства электроэнергии на ископаемом топливе, и она может начаться с наших домов, используя возобновляемые источники энергии в наших домах. Помимо пользы для окружающей среды вот несколько преимуществ, которые зеленая энергия также принесет вам.

Основное преимущество возобновляемой энергии перед всеми другими источниками энергии заключается в том, что, поскольку она является возобновляемой, это просто означает, что она устойчива и поэтому никогда не закончится.

Зеленые источники энергии являются возобновляемыми, то есть они пополняются естественным образом и относительно быстро. Природные ресурсы, такие как ветер, вода, солнечный свет и геотермальное тепло, потенциально могут обеспечить потребности всей страны в энергии с избытком. И в отличие от наших ограниченных запасов ископаемого топлива, возобновляемые источники энергии неисчерпаемы и находятся в постоянном снабжении.

Нулевые эксплуатационные расходы:

Нет ни дизелей, ни бензина, за которые можно было бы заплатить. Кроме того, у вас нет движущихся частей, таких как генераторы, которые нужно обслуживать из-за чрезмерной работы. Объекты возобновляемой энергетики, как правило, требуют меньшего технического обслуживания, чем традиционные генераторы. Их топливо, получаемое из природных и доступных ресурсов, снижает эксплуатационные расходы.

Бесшумный и безвредный:

Они не шумят, поэтому никогда не выдадут вас как дома, особенно когда вам не нужны посетители. Они также не представляют никакой угрозы для здоровья, как обычный генератор "Я передаю своего соседа".

Человеческая деятельность перегружает нашу атмосферную среду углекислым газом и другими выбросами глобального потепления, которые задерживают тепло, неуклонно повышают температуру планеты и создают явно видимые и вредные последствия для нашего здоровья, нашей окружающей среды и нашего климата.

Однако возобновляемые источники энергии практически не производят отходов, таких как углекислый газ или другие химические загрязнители, поэтому оказывают минимальное воздействие на окружающую среду.

Экономические выгоды.

Возобновляемые источники энергии могут принести большую экономическую выгоду сообществу. Подумайте об этой деревне без электросети, работающей на солнечной энергии, подумайте о росте торговли с утра до поздней ночи. Подумайте о рабочих местах, созданных для местного сообщества, которые становятся частью этой установки.

Услуги по зеленой энергетике делают больше для общества, чем просто более эффективно питают дома. Многие местные органы власти собирают налоги с проектов в области возобновляемых источников энергии, которые могут быть использованы для улучшения государственных услуг. Новые рабочие места, непосредственно созданные в отрасли зеленой энергетике, создают волновой эффект, который приносит пользу другим смежным отраслям. Даже предприятия, не имеющие отношения к зеленой энергетике, часто выигрывают от роста доходов домашних хозяйств и предприятий.

Не задымляет атмосферу:

Нет удушливого дыма, который нарушил бы ваш покой. Вы с комфортом устанавливаете его в помещении или на открытом воздухе. Установите их в наиболее удобном для вас месте в зависимости от типа возобновляемой технологии, которую вы решите развернуть.

Переход на зеленый цвет приводит к снижению затрат на здравоохранение

Ни для кого не секрет, что загрязнение воздуха и воды ископаемым топливом может вызвать рак, проблемы с дыханием, сердечные приступы и другие серьезные проблемы со здоровьем. Замена ископаемого топлива на экологически чистые источники энергии помогает сократить вредные выбросы и улучшить качество воздуха и воды, что улучшает здоровье населения и снижает общие расходы на здравоохранение.

Бесшовный переключатель:

Все происходит автоматически таким образом, что нет никакого способа узнать, когда общественная власть терпит неудачу. Ваша возобновляемая энергия прикрывает вашу спину.

Зеленая Энергетика Имеет Меньше Сбоев В Обслуживании

Услуги возобновляемой зеленой энергетики на самом деле могут быть более надежными, чем традиционные энергетические услуги. Зеленые энергетические системы, такие как ветер.

1.2. Анализ современной ветроэнергетики

Энергия ветра является одной из ведущих форм не гидро возобновляемых источников энергии в мире. Россия входит в число ведущих стран с огромными ресурсами ветроэнергетики, а также в число крупнейших производителей CO₂. В то же время использование энергии ветра чрезвычайно низкое по сравнению с другими государствами, выделяющими CO₂. Текущую ситуацию с развитием ветроэнергетики в соответствии с наиболее важными аспектами, влияющими на эволюцию.

Также описаны схемы поддержки инвесторов, процедуры получения разрешений, социальные, образовательные и исследовательские вопросы, имеющиеся данные о ветроэнергетических ресурсах и местных производственных мощностях, а также политика поддержки. Было проведено обсуждение возможных препятствий и ограничений для развертывания ветроэнергетических установок и вероятных сценариев роста мощностей. Были оценены тенденции для различных прогнозов экономического развития с учетом возможных результатов внедрения объектов ветроэнергетики.

Оптимистический сценарий предполагает, что в зависимости от глобального экономического роста к 2030 году объем ветра генерирующих мощностей может достичь до 10 ГВт к 2030 году. Пессимистические сценарии, более вероятные из-за пандемии COVID-19, ограничивают рост на 3,6 и 6,4 ГВт в зависимости от снижения объемов валового внутреннего продукта. В заключение обобщены угрозы развитию возобновляемых источников энергии в России в связи с текущей ситуацией в мире. В Ульяновском техническом университете существует кафедра ветроэнергетики, активно ведущая подготовку специалистов в этой области. Как отметил в своем выступлении на форуме губернатор Ульяновской области Сергей Морозов, в ближайшие пару лет в регионе будут построены ветроэлектростанции общей мощностью 250 мегаватт – и в ближайшие пять-шесть лет планируется увеличить объем вырабатываемой таким образом энергии до 600 МВт. Это амбициозный план, но с учетом федеральной программы поддержки ветроэнергетики, которая действует в России, он может быть осуществим. Тревожно, что эта программа действует только до 2024 года, и ситуация с поддержкой ветроэнергетики после этого времени неясна. Многие эксперты уверены, что программу необходимо продлить, и распространить ее на предприятия, занимающиеся производством комплектующих для ветрогенераторов. Так обстоит дело, например, в Мурманской области, где в настоящее время реализуется масштабный проект по созданию мощного ветропарка мощностью 201 МВт вдоль автодороги Мурманск-Туманы-Териберка, который планируется ввести в эксплуатацию в 2021 году. Энергоснабжение отдаленных районов области в

настоящее время часто осуществляется за счет строительства котельных, работающих на местном топливе – в первую очередь на торфе; строительство промышленной ветроэлектростанции под Мурманском может кардинально решить существующую проблему. Ветроэнергетика в России имеет долгую историю мелкомасштабного использования, но в стране еще не развито крупномасштабное коммерческое производство энергии ветра. Большая часть его нынешней ограниченной ветроэнергетики расположена в сельскохозяйственных районах с низкой плотностью населения, где подключение к основной энергосистеме затруднено. В 2006 году общая установленная мощность ветра в России составляла 15 МВт.

По оценкам, общий потенциал России в области ветроэнергетики составляет 80 000 ТВтч/год, из которых 6 218 ТВтч/год являются экономически целесообразными. Большая часть этого потенциала находится в южных степях и на морском побережье страны, хотя во многих из этих районов плотность населения очень низкая – менее 1 человека на км². Такая низкая плотность населения означает, что в настоящее время существует мало существующей инфраструктуры электроснабжения, что препятствует освоению этих ресурсов.

Текущие российские ветроэнергетические проекты имеют суммарную мощность более 1700 МВт, хотя по состоянию на конец 2010 года было установлено менее 17 МВт. Ветроэнергетика в России имеет долгую историю мелкомасштабного использования, но в стране еще не развито крупномасштабное коммерческое производство энергии ветра. Большая часть его нынешней ограниченной ветроэнергетики расположена в 17 МВт, которые были установлены по состоянию на конец 2010 года. Российская ассоциация ветроэнергетики прогнозирует, что если Россия достигнет своей цели по получению 4,5% энергии из возобновляемых источников к 2020 году, общая мощность ветра в стране составит 7000 МВт.

В 2010 году были объявлены планы строительства ветроэлектростанции в Ейске на Азовском море. Ожидается, что первоначально он будет иметь мощность 50 МВт, которая через год станет 100 МВт. Немецкая инжиниринговая

компания Siemens объявила в июле 2010 года, после визита в Россию канцлера Ангелы Меркель, что она будет строить ветроэлектростанции в России. К 2015 году компания рассчитывала установить в России 1250 МВт мощности. По состоянию на 2015 год мощность составляла всего 15,4 МВт.

1.3. Гелиоэнергетика и виды получаемой энергии

Хотя большинство форм энергии имеют солнце в качестве своего основного источника (см. вставку), термин солнечная энергия обычно используется для обозначения методов сбора света и превращения его непосредственно в полезную форму энергии. Такие технологии, как:

- Пассивный солнечный прирост
- Солнечная тепловая (для отопления)
- Концентрированная солнечная энергия (для электроэнергии)
- Солнечная фото электрика (электричество)
- Основной источник Энергии...

Гидроэлектроэнергия: тепло от солнца испаряет воду, которая падает в виде дождя в высоких местах, затем стекает к плотине и приводит в действие турбины, которые вырабатывают электричество.

Энергия ветра: ветры создаются перепадами температур, вызванными нагревом от солнца.

- Мощность волны: приводимая в движение ветром.
- Солнечная энергия: свет превращается непосредственно в полезную энергию.
- Тепловые насосы: извлекают тепло, поглощенное солнцем воздухом, водой или мелким грунтом.

Биомасса: (растительный материал, например, древесина). Растения пре-
вращают углекислый газ и воду в углеводы (химический запас энергии), исполь-
зуя световую энергию для управления процессом.

Ископаемое топливо: бензин, газ и нефть-это просто биомасса, которая в
течение тысячелетий подвергалась сильному давлению под землей.

Исключения из правила: ядерное деление (замедленная цепная реакция рас-
щепления радиоактивных изотопов, извлеченных из земной коры), приливная
энергия (обусловленная орбитой и гравитационными силами Луны), глубинная
геотермальная энергия (оставшееся тепло от образования земли плюс радиоак-
тивный распад) и ядерный синтез (как на солнце, но все еще сложно организовать
на земле).

Как работает пассивное солнечное излучение (рис.1.1)?

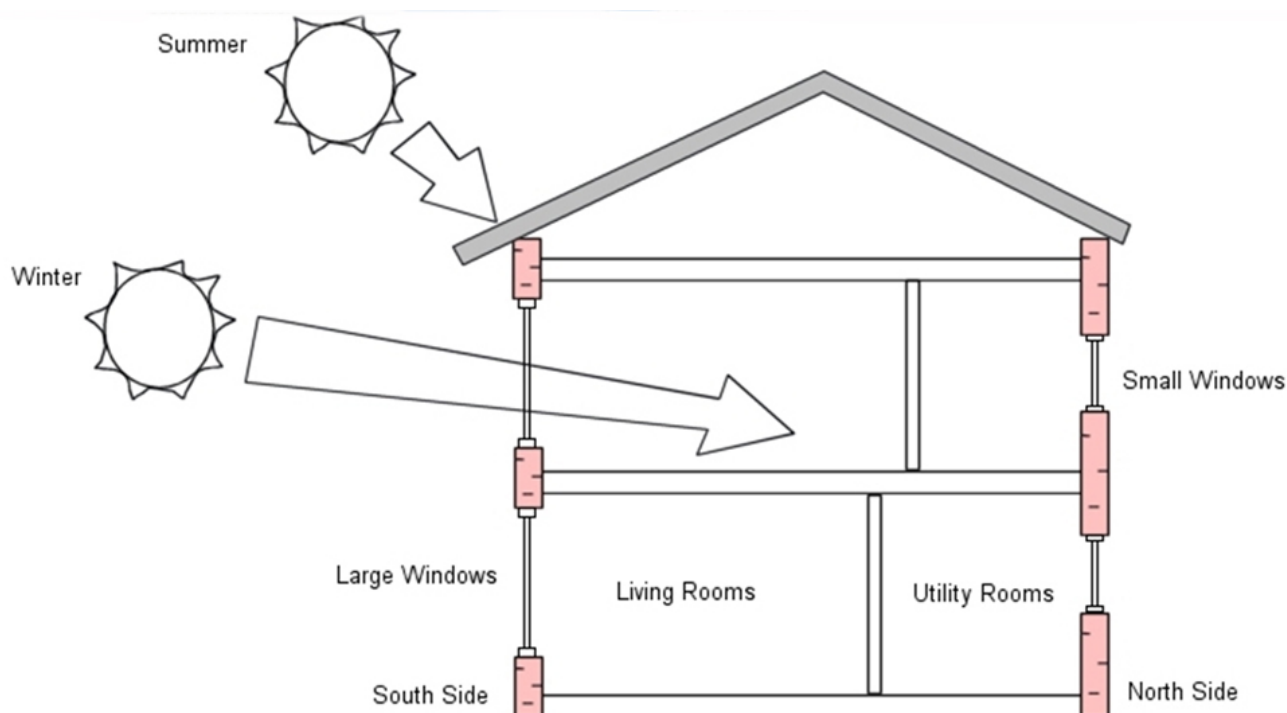


Рисунок 1.1 Пассивное солнечное излучение.

Эта форма энергии часто считается само собой разумеющейся, но может внести значительный вклад в энергетические потребности хорошо спроектированного здания в отопительный сезон. Солнечный свет проникает в здание через окна и согревает его изнутри. В среднем доме в Великобритании пассивная солнечная энергия обеспечивает 14% потребности в отоплении.

Продуманный дизайн может улучшить эту цифру еще больше с очень небольшим, если таковые имеются, увеличением стоимости строительства объекта: Ориентация дома таким образом, чтобы наиболее часто используемые комнаты выходили на юг; Большие окна на южной стороне, меньшие - на северной; Использование строительных материалов, которые сохраняют тепло, добавляя “тепловую массу” в дом и Планировка жилых комплексов таким образом, чтобы здания не затеняли друг друга

Необходимо позаботиться о том, чтобы избежать перегрева летом из-за слишком большого количества стекла, такие меры, как нависающие карнизы и бриз-солей, могут обеспечить тень в летние месяцы (когда солнце высоко в небе), в то же время позволяя свету проникать в здание в отопительный сезон (когда солнце находится ниже в небе). Высоко оптимизированная пассивная солнечная конструкция может обеспечить 40% нагрузки на отопление помещения объекта.

Рассмотрим солнечную обогревательную систему (рис.1.2).

Солнечная тепловая панель-это просто черная поверхность, которая поглощает свет, нагревается и передает тепло в рабочую жидкость. Он может быть неглазурованным или глазурованным. Застекленные панели могут быть плоскими или состоять из набора стеклянных трубок. Рабочая жидкость перемещает тепло в место, где оно полезно – возможно, в хранилище горячей воды, бассейн или непосредственно в отопление помещения для здания.

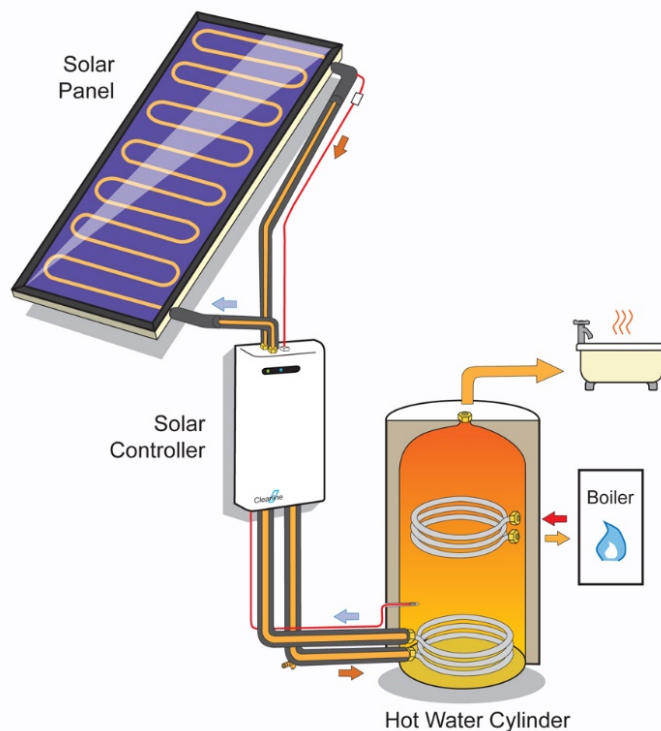


Рисунок 1.2. Солнечная тепловая система

Панели с более высоким уровнем изоляции, такие как застекленная крышка сверху и теплоизоляция сзади, не требуют прямого солнечного света для работы и будут собирать тепло в пасмурный день. Чаще всего энергия используется для обеспечения низкотемпературных применений, таких как горячая вода для стирки, отопление помещений, подача тепла в сети централизованного теплоснабжения или обеспечение теплом промышленных процессов.

В последние годы был достигнут прогресс в использовании тепла от солнечных тепловых панелей в качестве источника энергии для привода установки кондиционирования воздуха, хотя эти реализации остаются в основном экспериментальными по своему характеру.

Проанализируем концентрированную солнечную энергию (рис.1.3).



Рисунок 1.3 Концентрированная солнечная энергия

Если солнечные лучи концентрируются зеркалами, можно создать гораздо более высокие температуры. Свет фокусируется на центральной точке, через которую проходит несущая жидкость, такая как масло. Масло нагревается примерно до 400°C , достаточно горячего, чтобы нагревать воду и производить пар высокого давления, который может приводить в действие турбину и вырабатывать электричество.

Солнечные концентраторы работают только под прямыми солнечными лучами. Зеркало держится на опоре, которая может поворачиваться, чтобы следовать за солнцем, когда оно движется в течение дня, что увеличивает сложность и стоимость. Из-за этого они используются только в районах с солнечным климатом и более ясными днями.

Проекты коммунального масштаба в таких странах, как Испания, концентрируют свет от целых полей зеркал на башне (изображение).

Пример солнечного фотоэлектрического элемента приведен на рис.1.4.

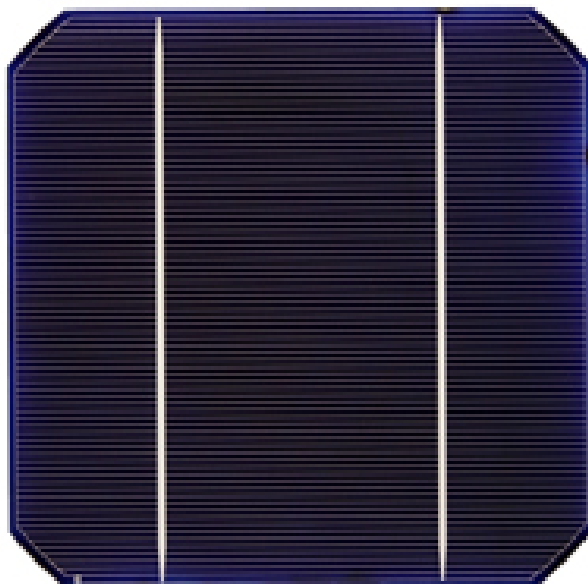


Рисунок 1.4. Фотоэлектрический солнечный элемент

Фотоэлектрические (фотоэлектрические) элементы, которые преобразуют свет непосредственно в электричество, впервые нашли применение в космосе, прежде чем стать обычным явлением на таких устройствах, как калькуляторы и часы, а также обеспечивают питание в местах без подключения к электросети. Поскольку затраты снизились, а эффективность фотоэлектрических материалов возросла, правительства (особенно в Германии и Китае) оказали щедрую поддержку, что привело к резкому росту уровня использования солнечной энергии. Эффективность масштаба и жесткая глобальная конкуренция привели к снижению затрат, создав благоприятный круг более низких цен, стимулирующих более высокий уровень спроса и, в свою очередь, приводящих к еще более низким ценам, что было определяющей чертой отрасли в последние годы. Солнечная фотоэлектрическая энергия в настоящее время достигла точки, когда без субсидий она может конкурировать с розничной стоимостью электроэнергии в развитых странах и с оптовой электроэнергией в солнечном климате.

Наиболее распространенная технология использует тонкие пластины из кремниевых полупроводниковых материалов, соединенные последовательно в фотоэлектрическую панель или модуль.

Электричество постоянного тока (DC), производимое солнечными фотоэлектрическими панелями, должно быть преобразовано в переменный ток (AC) для приложений, подключенных к сети. Солнечный инвертор выполняет этот трюк, позволяя любому производству энергии, превышающему местный спрос, экспортироваться в сеть и использоваться в других местах. плюсы и минусы солнечной энергии заключаются в следующем:

1. Снижение счетов за электроэнергию

Это довольно простое, но весомое преимущество. Переход на солнечную энергию открывает новые возможности, такие как выработка собственной электроэнергии и компенсация затрат на электроэнергию за счет продажи избыточной энергии коммунальным предприятиям. Солнечные панели могут сэкономить вам значительную часть денег, в среднем 100 долларов в месяц, что означает нулевой счет за электроэнергию для жителей некоторых штатов. Проверьте карту ниже, чтобы рассчитать, сколько солнечных панелей может сэкономить вам.

2. Более высокая стоимость вашего дома

Независимо от того, как сильно вы любите свой двухэтажный дом на берегу океана, никто не может гарантировать, что вы будете жить там до последнего вздоха. Существует множество обстоятельств, которые могут вынудить вас переехать в другой дом. Поэтому всегда полезно следить за стоимостью вашей недвижимости и следить за тем, чтобы она росла, например, за счет установки солнечных панелей. Согласно исследованиям Zillow, установка солнечных панелей в доме потенциально может увеличить стоимость дома на 4,1% по сравнению с аналогичными домами без солнечных панелей.

2. Более высокая стоимость вашего дома

Наличие солнечных панелей делает вас менее зависимыми от электросети, что очень удобно, например, в случае перебоев в электроснабжении. Это означает, что у вас никогда не будет наполовину испеченного хлеба, наполовину

просмотренного телешоу или наполовину выстиранной одежды. Возьмите власть в свои руки и контролируйте, откуда ваш дом получает энергию.

4. Экологически чистый

Еще одним преимуществом солнечной энергии является то, что она является чистой и возобновляемой. Выбрав солнечную энергию, вы присоединитесь к глобальной борьбе с выбросами углекислого газа. Солнечная энергия оказывает существенно меньшее воздействие на окружающую среду по сравнению с ископаемыми видами топлива, такими как природные газы, нефть и уголь. Это достигается благодаря технологии, лежащей в его основе, которая не требует сжигания топлива.

5. Инвестиции в будущее

Последнее, но не менее важное, что следует иметь в виду: инвестиции в солнечную энергию окупятся в ближайшем будущем. В США есть несколько потрясающих солнечных стимулов, благодаря которым солнечные панели могут принести вам прибыль в дополнение к экономии на счетах. Солнечные кредиты на возобновляемые источники энергии (SRECs) и чистый замер-это два ключевых преимущества солнечной энергии, которые позволяют вам зарабатывать кредиты на оплату счетов (или даже дополнительные наличные деньги), поскольку ваша система производит электроэнергию. Если вам повезет жить в районе, где есть оба стимула, срок окупаемости вашей системы солнечных панелей составит всего четыре года. Как только фотоэлектрическая система окупится, ваши солнечные панели будут генерировать бесплатную энергию для вашего дома в течение всего срока службы системы!

Что ж, преимущества были вполне очевидны, и их легко было найти. Давайте теперь рассмотрим 5 недостатков солнечной энергии, чтобы сделать наш обзор беспристрастным и объективным.

МИНУСЫ солнечной энергии

1. Высокая начальная стоимость

Нет такой вещи, как свободная энергия. Даже если производственные затраты невелики, вам нужно раскошелиться на довольно большую сумму для вашей фотоэлектрической системы. Типичная система мощностью 6 кВт обойдется вам в 11 544 доллара после получения 26% - ного налогового кредита на солнечную энергию. Кроме того, не забывайте о расходах на установку и некоторых дополнительных расходах, потому что вы можете захотеть купить аккумулятор или оптимизатор в дополнение к базовому набору. Фактическая стоимость солнечной системы зависит от штата и стимулов, на которые вы претендуете.

2. Солнечная панель не работает ночью

Это очевидно, но да, солнце не светит ночью. И именно поэтому солнечную энергию называют прерывистым источником энергии, на который нельзя полагаться 24/7. Однако всегда есть выход, например, экономичное решение для батареи. Батареи позволят вам хранить солнечную энергию, вырабатываемую в течение дня, и при необходимости черпать из нее энергию ночью.

Некоторые эксперты считают, что лунный свет также может питать фотоэлементы, поэтому ваша панель может производить около 10 Вт в сутки. Этого будет достаточно, чтобы держать свет в ванной всю ночь. На всякий случай.

3. Зависимость от погоды

Современные солнечные технологии позволяют собирать солнечную энергию даже в пасмурные и дождливые дни. Тем не менее, эффективность фотоэлектрической системы падает. Выходная мощность, указанная производителем, достигается только в солнечные и ясные дни, что может быть редкостью в некоторых штатах. Таким образом, эффективность солнечных панелей может отличаться от штата к штату, что также следует учитывать.

4. Дополнительное пространство

Если вы купите жилую солнечную энергетическую систему, вы вряд ли столкнетесь с проблемой пространства, так как на крыше почти всегда будет достаточно места. Однако это может быть проблемой с крупными сетевыми

солнечными установками. Дело в том, что солнечные панели имеют более низкую плотность мощности по сравнению с ископаемыми видами топлива. Это означает, например, что вам нужна большая площадь солнечных панелей, чтобы производить то же количество энергии, что и угольная электростанция.

Плотность мощности-это количество энергии, которое может быть получено от источника энергии в пределах определенной площади, измеренное в ваттах на квадратный метр (Вт/м²).

5. Вы не можете взять с собой солнечную систему

Как только солнечная система будет установлена, она станет неотъемлемой частью вашего дома. Во-первых, удаление солнечных панелей может быть даже дороже, чем их установка. Во-вторых, соглашение о чистом учете с вашей коммунальной компанией закреплено за собственностью, что означает, что вы не сможете использовать свои энергетические кредиты на новом месте. Таким образом, единственный выход-буквально переместить дом.

Резюме Плюсы

- Снижение счетов за электроэнергию
- Увеличьте стоимость вашего дома
- Энергетическая независимость
- Экологически чистый
- Инвестиции в будущее
- Резюме Минусы
- Высокая начальная стоимость
- Солнечная панель не работает ночью
- Зависимость от погоды
- Дополнительное пространство
- Вы не можете взять с собой солнечную систему

Глава 2. Анализ ветрового режима и расчет потенциальной энергии региона

2.1. Анализ ветрового режима

Для исследования ветрового режима рассматриваются следующие климатические характеристики:

- Среднемесячные и Годовой скорость ветер
- амплитуда суточного хода скорости ветра
- Повторяемость скорость ветра с штиль % (Годовой и месячные
- вертикальный профиль средней скорости ветра на 10, 50 и 70 м/с

Для проведения работа была выбран место Ростовская область. Были проанализированы данные, полученные за времени с 2009 по 2018 года. Наблюдения за ветром проводились по прибору. Средний значение скорости ветра (м/с) определялась в интервал на времени - 8раз в сутки.

В табл.2.1 показывает, что максимальная среднемесячная скорость ветра наблюдается в феврале, март и в апреле, минимальная в июле-августе.

Таблица 2.1

Среднемесячные и Годовой скорость ветер (м/с)

месяц	янв	фев	март	апр	май	июнь	июль	авг	сен	окт	нояб	дек	год
скорости	3.9	4.4	4.3	4	3.3	2.9	2.9	3	3.2	3.3	3.6	3.8	3.5

Скорость ветра имеет резко выраженный суточный ход, особенно в летнее время. Максимальная скорости ветра прогнозируется в послеполуденные часы, а минимальная в ночи и утром.

Табл.2.2 Показывает, что в осенне-зимний период усиления ветра связаны с прохождением циклонов с северо-запада, поэтому максимум количество дней с ветром более 15м/с наблюдений в январе, октябре и декабре более 2 дней в месяц. Минимальная количество таких дней в августе.

Таблица 2.2

Среднемесячные и среднегодовой число дней с ветром больше 15 м/с

месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
скорости	5.4	7.1	6.4	4.7	3	2.8	3.7	3.3	2.8	3.5	3.3	4.3	51.8

В годно наблюдений дни с наибольшими скоростью ветра до 18-20 м/с, один раз в 5-10 лет отмечаются порывы ветра до 26 м/с. В Летнее время район находится большей частью в области низкой давления, которая располагается над северной частью ЕТС. К северу. над арктическими морями располагается область повышенной давления. К югу от района аэродрома происходит Азорского максимума. Из-за этого в июне и августе увеличивается повторяемость восточных ветров.

Таблица 2.3.

Среднемесячная и среднегодовая повторяемость направления ветра (дней)

направления	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
С	6	6	5	6	8	9	13	12	8	8	6	7	8
СВ	10	12	13	13	13	12	17	19	16	13	14	13	14
В	30	33	37	35	31	24	25	32	33	37	35	33	32
ЮВ	6	7	7	7	7	5	5	4	5	6	7	7	6
Ю	6	6	6	5	5	5	4	3	4	4	6	6	5
ЮЗ	14	13	11	11	10	11	8	7	9	9	9	11	10
З	21	18	16	17	18	23	17	14	18	17	16	16	18
СЗ	7	5	5	6	8	11	11	9	7	6	7	7	7
ШТИЛЬ	11	10	9	12	18	21	22	22	20	17	12	12	15

Было ещё дальше рассмотрены направления ветра в различные сезоны и проанализированы розы ветров за отдельные месяцы.

Максимальное направление ветра в январе являются Восточные, западные и юго-западные, а также юго-восточные.

Среднемесячная скорость ветра 2,9 м/с. Число дней со скоростью ветра более 15 м/с – 1.1 дней.

Максимальное направление ветра в апреле Восточные и юго-восточное, минимальная повторяемость ветров в южном направления. Среднемесячная скорость ветра 3.2 м/с. Число дней со скоростью более 15 м/с 2.8 дня.

Максимальное Направление ветра в июле – восточные, западный и северо-западные, минимальная повторяемость ветров южной направления. Среднемесячная скорость ветра наименьшая в течение года – 2.3 м/с. Число дней со скоростью ветра более 15 м/с – 0.6.

Максимальное направление ветра в октябре восточные, западные и юго-восточные. Среднемесячная скорость ветра 2.6 м/с. Число дней со скоростью ветра более 15 м/с – 0.8 (рис.2.1).

2.2. Методы расчётов характеристик ветра

Характеристики ветра

Поскольку мощность ветра пропорциональна кубической скорости ветра, крайне важно иметь подробные знания о характеристиках ветра на конкретном участке. Даже небольшие ошибки в оценке скорости ветра могут оказать большое влияние на выход энергии, но также привести к неправильному выбору турбины и площадки. Средняя скорость ветра недостаточна. Характеристики ветра, характерные для конкретного участка, относящиеся к ветряным турбинам, включают:

средняя скорость ветра: интересна только в качестве заголовка, но не говорит о том, как часто возникают высокие скорости ветра.

Распределение скорости ветра: суточные, сезонные, годовые закономерности

- турбулентность: краткосрочные колебания
- распределение долгосрочных колебаний
- направления
- ветра сдвиг ветра (профиль)

Мы предоставляем информацию об этих измерениях и инструментах для расчета базовой доходности. Однако из-за чувствительности никакие расчеты не могут заменить кампании по измерению ветра на месте.

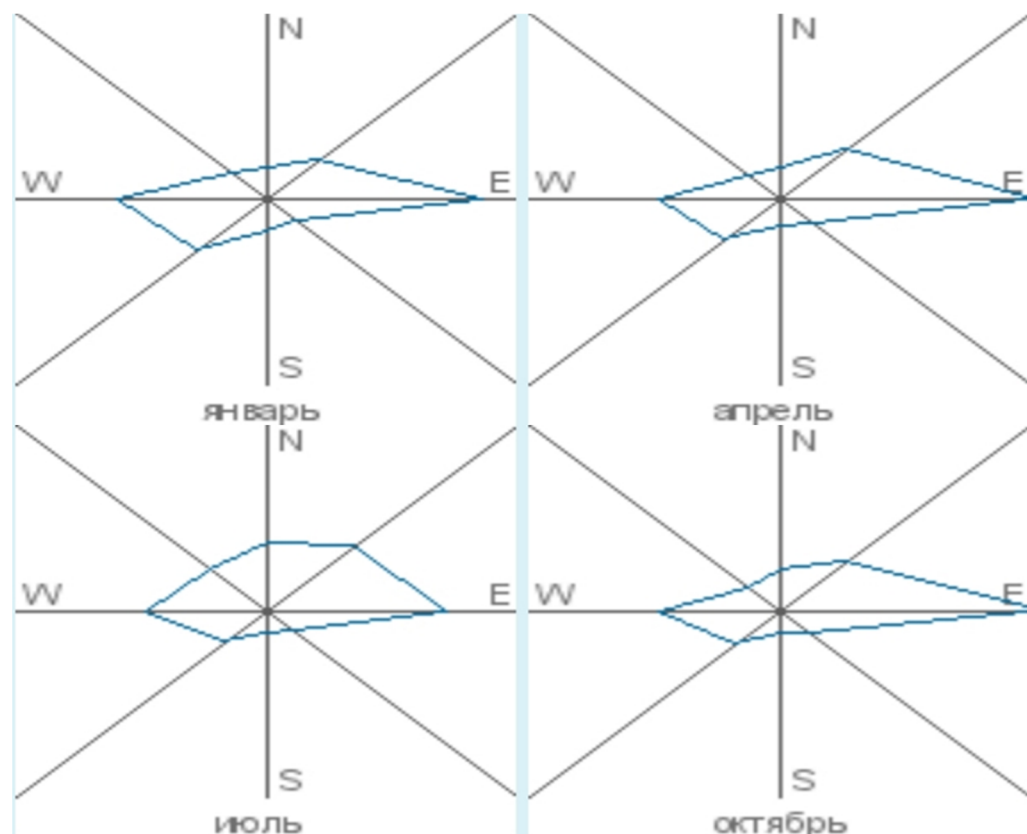


Рисунок 2.1. Розы ветров

Закономерности скорости ветра

Паттерны скорости ветра могут быть изображены в виде спектра скорости ветра. Высокое значение указывает на значительное изменение скорости ветра за соответствующий период времени. На приведенном ниже графике показаны типичные модели ветра для участка в Западной Европе.

Спектр ветра

Пики в спектре скорости ветра объясняют годовые, сезонные и суточные закономерности, а также краткосрочные турбулентности. Поразительным явлением является спектральный разрыв между периодами времени от 10 минут до 2 часов.

Эти закономерности важны не только для оценки урожайности, но и для краткосрочного и среднесрочного прогнозирования производства растений.

Крупномасштабные движения воздушных масс составляют 3 пика на метеорологической стороне спектра.

Суточная картина, вызванная различными температурами днем и ночью. Этот эффект более отчетлив в прибрежных районах, чем в внутренних.

Депрессии и антициклоны обычно происходят с периодами около 4 дней. Это явление более отчетливо проявляется в океанических, чем в континентальных регионах.

Годовая картина меняется в зависимости от градуса широты и исчезает в непосредственной близости от экватора.

Распределение среднечасовых скоростей ветра (т. е. без учета турбулентности) может быть описано так называемым распределением Вейбулла

с коэффициентом формы k и коэффициентом масштабирования A . Безразмерный коэффициент формы отражает влияние рельефа на скорость ветра и колеблется от 1,2 (горы) до 4,0 (муссонные регионы). Коэффициент масштабирования A составляет примерно 125% от среднегодовой скорости ветра. На практике

сначала измеряется распределение ветра, а затем параметры адаптируются и используются для дальнейших расчетов.

Микрометеорологический диапазон: Турбулентность

Одна из главных характеристик ветра - его высокие временные вариации. Скорость ветра может удвоиться или утроиться в течение нескольких секунд, что означает увеличение мощности в 8 или 27 раз. Интенсивность турбулентности увеличивается с препятствиями, такими как здания, косы или крутые горные вершины. Участки с высокой средней скоростью ветра, как правило, меньше страдают от турбулентности.

Почему турбулентность вредна для ветряных турбин:

- Сокращение производства энергии
- Повышенный износ сокращает срок службы турбины
- Повышенные динамические нагрузки на лопасти

Каковы верные признаки высокой турбулентности;

- Неоднородные ландшафты
- Крутые скалы или горные вершины
- Регионы со многими препятствиями - зданиями и другими
- Распределение направления ветра

Хотя это и не представляет интереса для выбора площадки, распределение направления ветра важно для компоновки ветроэлектростанции.

Распределение направления скорости ветра

Это делается в три этапа:

- Измерьте время, в течение которого ветер дует в каждом направлении - секторе. Один сектор может охватывать 10° - 30° . На диаграмме ветер дует на юг более 20% времени, в то время как юго-восточный только 5%.
- Измерьте среднюю скорость ветра в каждом направлении.

Объедините оба измерения, умножив время на кубическую скорость для каждого сектора в отдельности, чтобы получить распределение энергии по всем направлениям, так как содержание энергии в секторе равно времени $\times v^3$.

Профиль сдвига ветра

Скорость ветра увеличивается дальше от земли, что является микроскопическим явлением, называемым сдвигом ветра. Насколько скорость ветра увеличивается с высотой, зависит не только от преобладающих скоростей ветра на других высотах, но и от типа поверхности. Учитывая скорость ветра (v_1) на одной высоте (h_1), скорость ветра на другой высоте (h_2) может быть рассчитана следующим образом: **Формула для сдвига ветра**

где z_0 - индекс, описывающий шероховатость поверхности. Значения индекса шероховатости варьируются от 0,01 для равнинных ландшафтов до 2,0 в городских центрах. Из этого следует два важных вывода:

В труднодоступных районах, особенно застроенных, высота ступицы турбины гораздо важнее, чем на суше, так как скорость ветра меняется медленнее по мере удаления от поверхности.

Если скорость ветра, скажем, 150 м составляет 10 м/с, 70-метровая турбина будет производить меньше энергии в городской среде, чем над тихим морем

Для больших турбин разница между скоростью ветра, которую испытывают концевые лопасти сверху и снизу, гораздо больше различается в неровных местах - силы, которые вызывают дополнительный износ.

Долгосрочные колебания

Годовая выработка энергии от ветра также может варьироваться из года в год, что вызвано многими колебаниями солнечной интенсивности и другими крупномасштабными эффектами. Эмпирические данные показывают, что годовые колебания ветра гораздо более выражены, чем в солнечной радиации, и могут варьироваться на 30% из года в год.

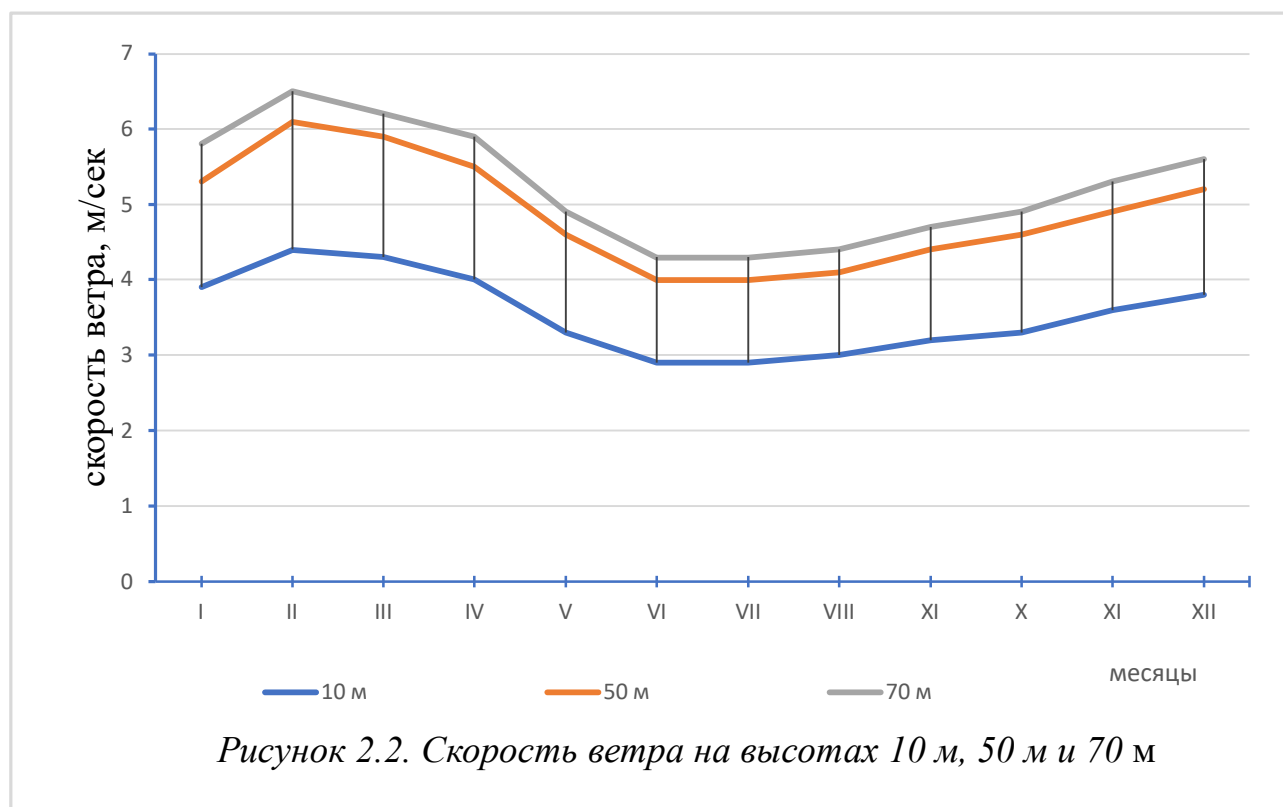
Дан метод определения характеристик геодезических линий на поверхностях оболочек вращения и характеристик намоточной машины, которые обеспечат геодезическую намотку оболочки. Математическое описание направлено на компьютерное решение полученных соотношений и дифференциальных уравнений. Требуемые формулы представлены таким образом, что в общем решении для любой поверхности вращения переменными являются функция $\rho(z)$ и ее производные, которые зависят от характера удельной поверхности. Поэтому в компьютерной программе необходимо изменить только подпрограмму для этих переменных. Рассмотренная схема намотки обеспечивает геодезическую намотку при условии, что только две характеристики-угол поворота оправки и возвратно-поступательное движение головки намотки-соответствующим образом связаны. Приведены значения функции $\rho(z)$ и ее производных для нескольких поверхностей (конус, эллипсоид вращения, тор) и примеры определения.

В табл. 2.1 и на рис 2.2 показываються данные, характеризующие закономерность возрастания скорости ветра с высотой 10, 50 и 70м.

Таблица 2.1

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XI	XII
3.9	4.4	4.3	4	3.3	2.9	2.9	3	3.2	3.3	3.6	3.8
5.3	6.1	5.9	5.5	4.6	4	4	4.1	4.4	4.6	4.9	5.2
5.8	6.5	6.2	5.9	4.9	4.3	4.3	4.4	4.7	4.9	5.3	5.6

Скорость ветра с высотой.



2.3. Расчет объемов вырабатываемой энергии

Ветер состоит из движущихся молекул воздуха, которые имеют массу, хотя и не очень большую. Любой движущийся объект с массой несет кинетическую энергию в количестве, которое задается уравнением:

$$\text{Кинетическая энергия} = 0,5 \times \text{Масса} \times \text{Скорость}^2$$

где масса измеряется в [кг], скорость-в [м/с], а энергия-в [джоулях].

Воздух имеет известную плотность (около 1,23 кг/м³ на уровне моря), поэтому масса воздуха, попадающего в нашу ветряную турбину (которая охватывает известную область) каждую секунду, определяется следующим уравнением:

$$\text{Масса/сек (кг/с)} = \text{Скорость (м/с)} \times \text{Площадь (м}^2\text{)} \times \text{Плотность (кг/м}^3\text{)}$$

И поэтому мощность (т. Е. энергия в секунду) в ветре, поражающем ветряную турбину с определенной площадью стреловидности, задается простым

введением расчета массы в секунду в стандартное уравнение кинетической энергии, приведенное выше, в результате чего получается следующее жизненно важное уравнение:

$$\text{Мощность} = 0,5 \times \text{Площадь подметания} \times \text{Плотность воздуха} \times \text{Скорость}$$

где мощность задается в ваттах (т. е. джоулях в секунду), площадь подметания в квадратных метрах, плотность воздуха в килограммах на кубический метр.

Глава 3. Оценка гелиоэнергетических ресурсов региона

3.1. Основные методы и устройства по преобразования солнечной энергии

Эффективность преобразования энергии является ключевым показателем, который облегчает сравнение эффективности различных подходов к преобразованию солнечной энергии. Тем не менее, исторически был предложен и использован набор разрозненных методологий для оценки эффективности систем, которые производят топливо, прямо или косвенно, с использованием солнечного света и/или электроэнергии в качестве входных данных системы. Общее выражение для эффективности системы дается как отношение общей выходной мощности (электрической плюс химической), деленной на общую входную мощность (электрическую плюс солнечную). Эффективность преобразования солнечной энергии в водород (STH) вытекает из этой глобально применимой эффективности системы, но применима только в особом случае для систем, в которых единственной входной мощностью является солнечный свет, а единственной выходной мощностью является водородное топливо, получаемое в результате расщепления воды на солнечных батареях. Здесь определяются и обсуждаются показатели эффективности на уровне системы, выходящие за рамки эффективности STH, а также показатели качества на уровне компонентов для описания относительной эффективности преобразования энергии ключевых фотоактивных компонентов полных систем. Эти цифры достоинств облегчают сравнение материалов электродов и интерфейсов, не связывая их фундаментальные свойства с технологией установки ячейки. Полученная информация о компонентах затем может быть использована в сочетании с формализмом графического анализа схем для получения “оптимальной” эффективности системы, которую можно сравнить между различными подходами. Этот подход обеспечивает последовательный метод сравнения производительности на системном и компонентном уровнях различных технологий, которые производят топливо и/или электроэнергию из солнечного света. В 1950-х годах было опробовано несколько схем коммерческого

использования кремниевых фотоэлементов. Большинство из них предназначались для ячеек в регионах, географически изолированных от линий электропередач. Но неожиданный бум в области фотоэлектрических технологий пришел из другого квартала. В 1958 году американский космический спутник "Авангард" использовал небольшой (менее одного ватта) массив ячеек для питания своего радио. Клетки работали так хорошо, что космические ученые вскоре поняли, что фотоэлектрические батареи могут быть эффективным источником энергии для многих космических миссий. С тех пор разработка технологии солнечных батарей является частью космической программы.

Помимо космической программы, еще один источник, индустрия транзисторов, внесла большой вклад в технологию солнечных батарей. Транзисторы и фотоэлементы изготовлены из одинаковых материалов, и их работа определяется многими из тех же физических механизмов. Огромное количество исследований и разработок было затрачено на совершенствование постоянно полезного транзистора, и постоянно появлялась ценная информация, касающаяся солнечных элементов. В последнее время ситуация изменилась: большая часть исследований, проводимых в области фотоэлектрических технологий, затрагивает транзисторные технологии.

Сегодня фотоэлектрические системы способны преобразовывать один киловатт солнечной энергии, приходящейся на один квадратный метр, примерно в сто ватт электроэнергии. Одна сотня ватт может питать большинство бытовых приборов: телевизор, стереосистему, электрическую пишущую машинку или лампу. На самом деле стандартные солнечные батареи, покрывающие выходящее на солнце пространство крыши типичного дома, могут обеспечить около 8500 киловатт-часов электроэнергии в год, что составляет примерно годовое потребление электроэнергии средним домохозяйством. Для сравнения, современная 200-тонная электродуговая сталеплавильная печь, требующая 50 000 киловатт электроэнергии, потребовала бы около квадратного километра земли для источника питания PV.

Определенные факторы затрудняют улавливание солнечной энергии. Помимо низкой освещающей способности солнца на квадратный метр, солнечный свет прерывист, зависит от времени суток, климата, загрязнения и сезона. Источники питания, основанные на фотовольтаике, требуют либо резервного копирования из других источников, либо хранения на время, когда солнце скрыто.

Кроме того, стоимость фотоэлектрической системы далеко не ничтожна (электроэнергия от фотоэлектрических систем в 1980 году стоила примерно в 20 раз дороже, чем от обычных систем, работающих на ископаемом топливе).

Таким образом, солнечная энергия для фотоэлектрического преобразования в электричество обильна, неисчерпаема и чиста; однако для ее эффективного сбора также требуются специальные методы.

Насколько горяча или холодна поверхность планеты? Используя довольно простую физику и математику, можем рассчитать ожидаемую температуру планеты, включая Землю. Эта страница объясняет, как это сделать!

Что мы подразумеваем под "ожидаемой температурой" планеты? В основном это означает, что мы упростим ситуацию, исключив влияние атмосферы или океанов на среднюю глобальную температуру. Оказывается, океаны и атмосферы могут оказывать большое влияние на температуру планеты... мы еще поговорим об этом позже. А пока давайте рассмотрим простой случай планеты без воздуха и воды. По пути мы обнаружим, что без определенных химических веществ в атмосфере Земли наша родная планета не была бы самым удобным местом для жизни.

Видимый свет от Солнца несет энергию планетам нашей солнечной системы. Этот солнечный свет поглощается поверхностью планеты, нагревая землю. Любой объект с температурой выше абсолютного нуля излучает электромагнитное излучение. Для планет, что исходящие.

Площадь окружности равна пи, умноженному на радиус окружности в квадрате. В этом случае радиус круга-это просто радиус Земли, который в среднем составляет около 6371 км (3959 миль). Если мы умножим эту площадь на количество энергии на единицу площади - солнечную "инсоляцию", упомянутую выше, мы сможем определить общее количество энергии, перехваченной Землей:

$$E_{intercepted} = K_s \times \pi R_E^2$$

E = общая перехваченная энергия (технически поток энергии = энергия в единицу времени, в ваттах)

K_s = солнечная инсоляция ("солнечная постоянная") = 1,361 Вт на квадратный метр

R_E = радиус Земли = 6,371 км = 6,371 000 метров

Подключив значения и решив для E, мы обнаруживаем, что наша планета перехватывает около 174 мегаватт солнечного света... довольно много энергии.

$$E = 1361 \times 3.1416 \times (6,371,000)^2$$

$$E = 173.5 \times 10^{15} \text{ ватт}$$

Поскольку Земля не полностью черная, часть этой энергии отражается и не поглощается нашей планетой. используют термин "альбедо" для описания того, сколько света отражает планета или поверхность. Планета, полностью покрытая снегом или льдом, имела бы альбедо, близкое к 100%. количество излучения, испускаемого объектом, зависит от температуры объекта. Уравнение для этого соотношения называется законом Стефана-Больцмана. Он был экспериментально определен Джозефом Стефаном в 1879 году и теоретически выведен Людвигом Больцманом в 1844 году. Обратите внимание, что количество выделяемой энергии пропорционально 4-й степени температуры. Выбросы энергии резко увеличиваются с повышением температуры.

Закон Стефана-Больцмана

$$j^* = \sigma T^4$$

j^* = поток энергии = энергия в единицу времени на единицу площади (джоули в секунду на квадратный метр или ватты на квадратный метр)

σ = Постоянная Стефана-Больцмана = $5,670373 \times 10^{-8}$ Вт / м² К⁴ (м = метры, К = кельвины)

T = температура (по шкале Кельвина)

Закон Стефана-Больцмана говорит нам, сколько инфракрасной энергии Земля будет излучать на единицу площади. Нам нужно умножить это на общую площадь поверхности Земли, чтобы вычислить общее количество энергии, излучаемой Землей. Когда Земля вращается, вся ее поверхность нагревается. Излучатель черного тела при 5778 К имеет специфический спектр. Это дано Планком и является функцией цвета и температуры. Он не отображается в виде одной длины волны. Это проявляется в виде распределения цветов - всех длин волн.

Сумма всех этих длин волн складывается с энергией, указанной в моем первом ответе. Большая часть этой энергии попадает в определенный диапазон.

Подумайте об этом, Солнце-это источник белого света. Все цвета присутствуют. Планк дает нам интенсивность каждого цвета по отношению к другим.

$$B(\lambda, T) \text{ в ваттах/м}^2 = \left(\frac{2 * h * c^2}{\lambda^5} \right) * \left(\frac{1}{\exp\left(\frac{h*c}{\lambda*k*T}\right) - 1} \right)$$

Существует длина волны, на которой эта кривая достигает пика.

Это задается законом смещения Вина.

Закон смещения Вина гласит, что форма закона Планка не зависит от температуры. Меняется только его масштаб.

Поэтому можно перечислить процентильные точки общего излучения, а также пики для длины волны и частоты в форме, которая дает длину волны λ при делении на температуру T.

3.2. Расчет объемов преобразованной энергии (тепловой и электрической)

Среднесуточное солнечное излучение в единицах кВт·ч/м² в сутки. Его иногда называют пиковыми солнечными часами. Термин пиковые солнечные часы относится к солнечному излучению, которое получило бы конкретное место, если бы солнце светило на своем максимальном значении в течение определенного количества часов. Поскольку пиковая солнечная радиация составляет 1 кВт/м², количество пиковых солнечных часов численно идентично среднесуточной солнечной радиации. Например, можно сказать, что место, которое получает 8 кВт * ч/м² в день, получает 8 часов солнца в день при 1 кВт/м².

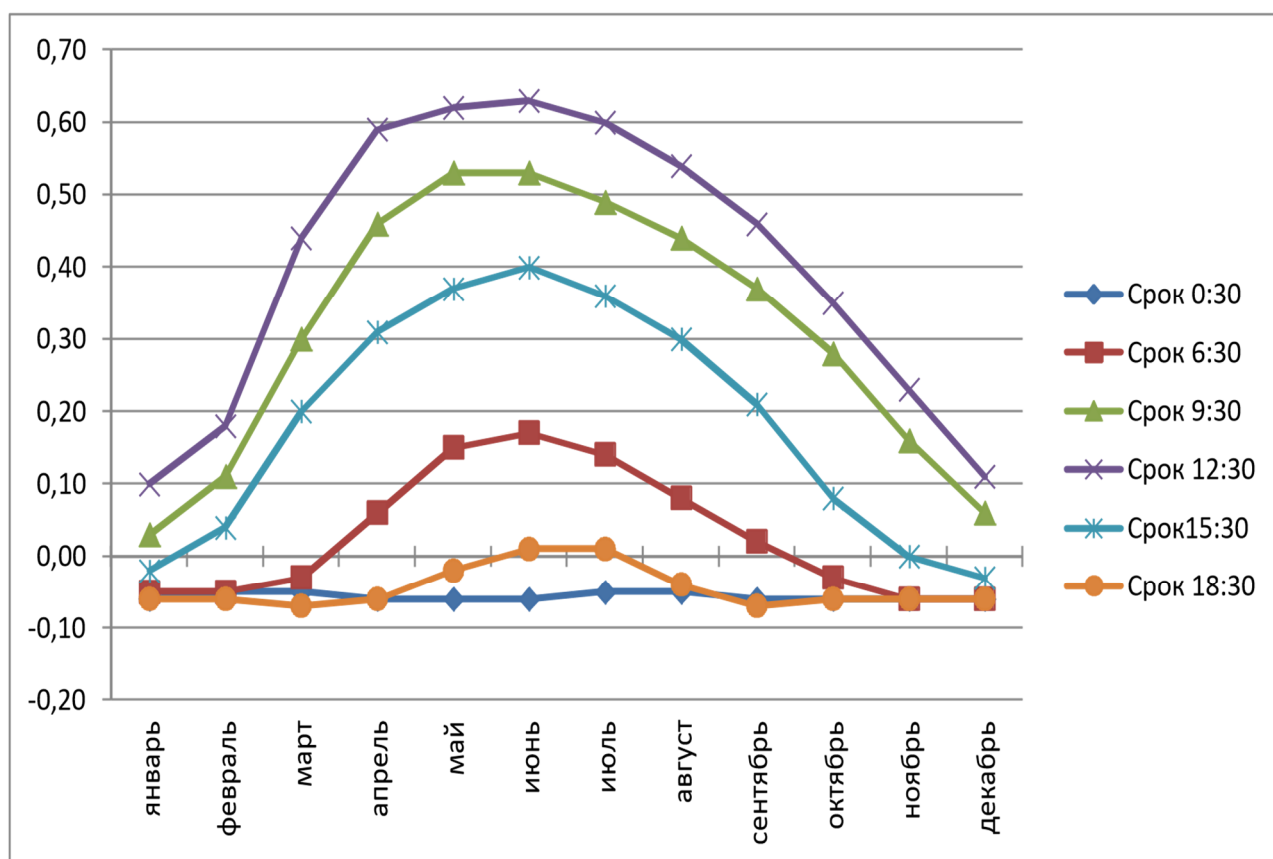


Рисунок 3.1. радиационного баланса (В). (Годовой ход)

Средняя многолетняя продолжительность была оценена для разных месяцев и для года в целом, рассчитанная путем подсчета за период наблюдения. С этой целью была составлена сводная таблица продолжительности солнечного

сияния и его стандартного отклонения (Приложение В), а также график годового хода продолжительности солнечного сияния (рис. 3.2.2). На рисунке показано, что самая высокая продолжительность солнечного света приходится на июнь и июль, а самая низкая-на декабрь и январь. Значения продолжительности варьируются от 41 часа в декабре до 320 часов в июле. В общей сложности общее количество радиации за год составило 2171 час.

Стандартное отклонение месячной и годовой продолжительности солнечной радиации характеризует изменчивость солнечной радиации из года в год. отклонение немного меняется в течение года. (Годовой ход)

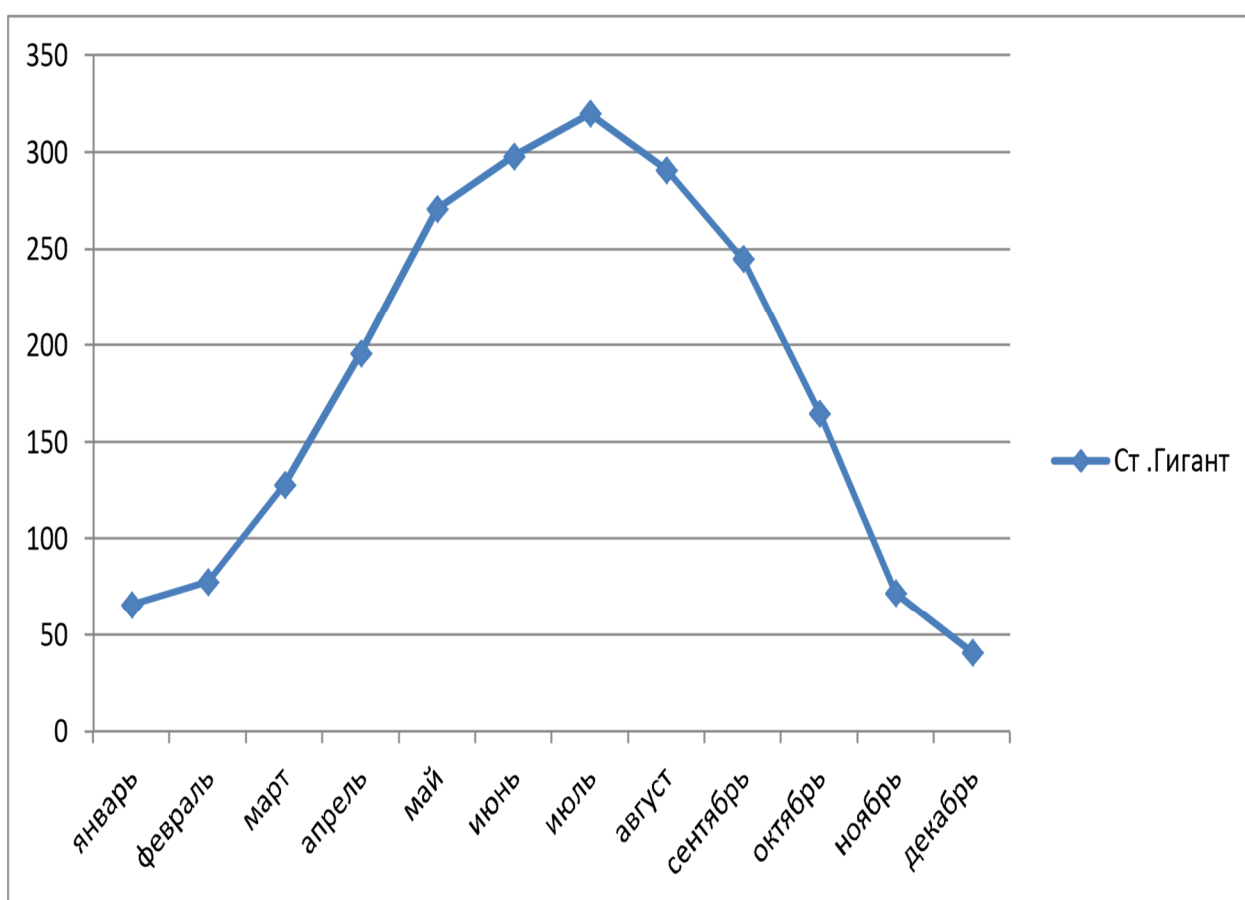


Рисунок 3.2. продолжительности солнечного сияния для станции Гигант.

Кроме того, чтобы узнать перспективы этого места, было проверено количество дней без солнечного света, средняя продолжительность дня с солнечным светом, отношение продолжительности солнечного света к возможной.

Дней без солнечного света показаны на рис. 3.2.3. График показывает, что самые пасмурные месяцы для станций-гигантов приходились на холодное время года, а самый неблагоприятный из них - декабрь. Так, количество пасмурных дней в декабре составило 18. А ежегодное количество дней без солнечного света составляло 74.

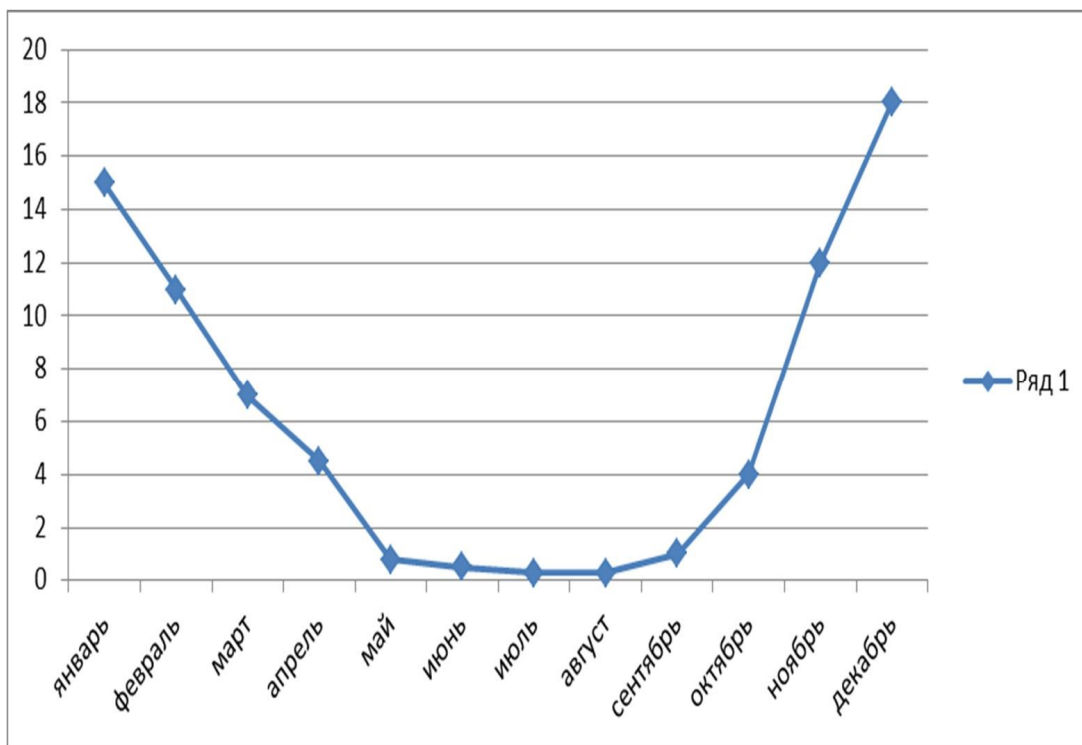


Рисунок 3.3 Количество дней без солнца.

условием успешной работы солнечной электростанции является непрерывность облучения, поскольку любое прерывание подачи излучения вызывает соответствующее нарушение в подаче энергии потребителю. Были приняты во внимание периоды непрерывного солнечного света, продолжительность этих периодов должна быть такой, чтобы солнечная установка успевала нагреться и обеспечить некоторую полезную энергию взамен.

Значения отношения истинной продолжительности солнечного света к возможной продолжительности для Гигантской станции варьируются от 15% в декабре до 70% в июле.

Важным показателем работы установки также является средняя продолжительность пребывания солнца в сутках в часах. Чтобы показать важность этого показателя, рассмотрим установку, для успешной работы которой требуется не менее 5 часов непрерывного излучения. Гигант с марта по сентябрь включительно.

Также была составлена таблица суточного хода продолжительности солнечного сияния (Приложение Д). Для Гигантской станции были выбраны два наиболее характерных месяца для зимы: декабрь и июль для лета, и был нанесен ежедневный курс (рис. 10). Из анализа таблицы G. 1 и графика видно, что самыми солнечными месяцами были летние месяцы июля и самые солнечные часы.

дня приходятся на околополуденные часы.

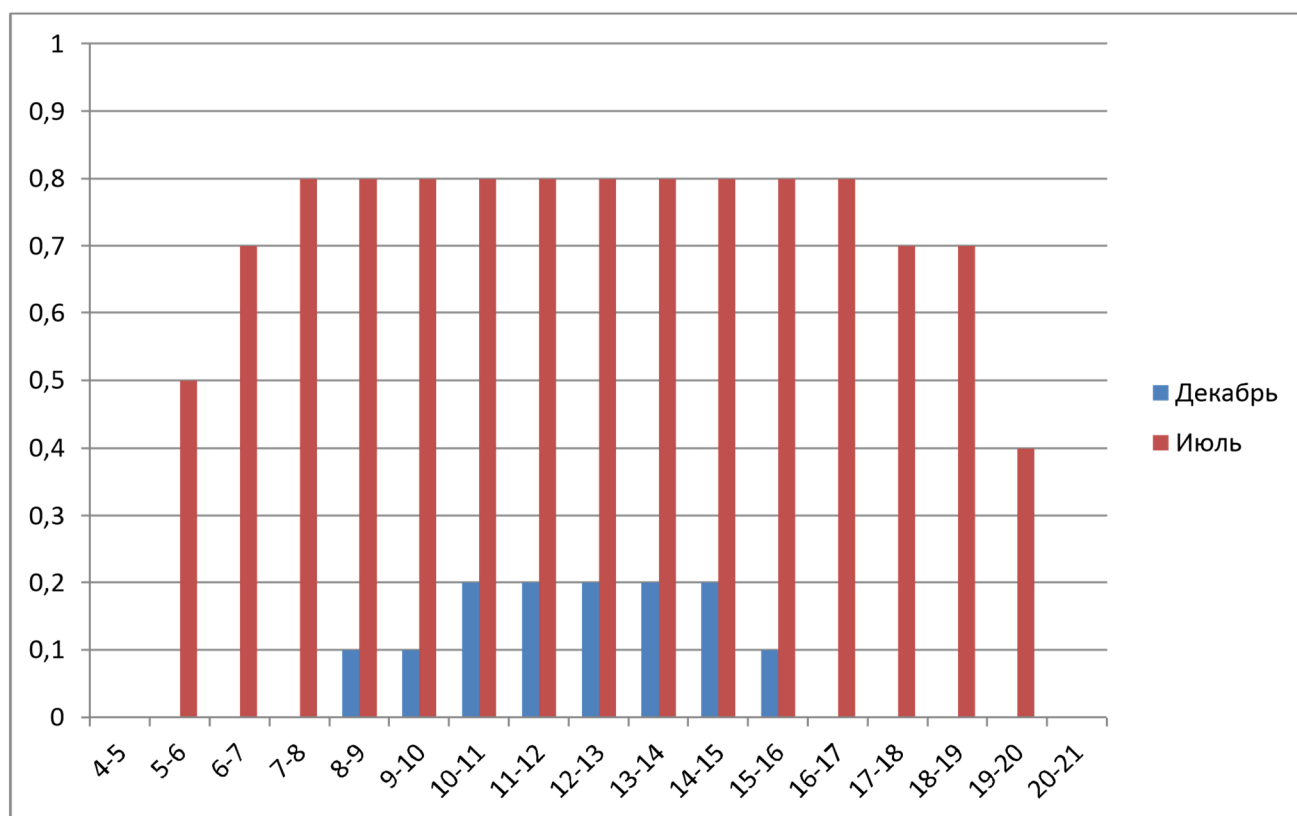


Рисунок 3.4 средней многолетней продолжительности солнечного сияния (Суточный ход)

в течение максимальных солнечных месяцев около полудня средняя месячная продолжительность солнечного света обычно колеблется от 8 часов в час.

Это необходимо для оценки работы солнечных установок в наиболее благоприятных условиях и позволяет производить расчеты как за отдельные месяцы, так и за весь сезон

Прямое солнечное излучение. знание количества радиации является первым и необходимым условием для оценки радиационного климата с точки зрения использования солнечной энергии.

Знание о приходе прямого излучения дается распределением энергии освещения солнечной радиации по основным периодам актинометрических наблюдений в разные месяцы года (Приложение Д). В холодные месяцы месяца, близкое к полудню поступление прямого излучения может достигать до 0,82 (кВт / м²) В жаркое время года, значение прямого излучения в полуденные часы составляет 0,86 (кВт/м²) для Гигантской станции. мы рассмотрим таблицу почасовых значений прямого излучения, чтобы определить более подробное распределение поступления прямого излучения на горизонтальную поверхность (Приложение Е).

В качестве примера на рис.3.5 показан суточный ход сумм прямого солнечного излучения на горизонтальной поверхности. По этой причине было рассчитано среднее количество прямого излучения, оно составляет 10476 (МДж / м²).

По этой причине была создана таблица энергетической освещенности рассеянного и излучения в ясном небе а также для визуального отображения был создан график суточного хода рассеянного излучения за центральные месяцы (июль, декабрь).

Рис. 3.2.6 следует, что максимальное значение рассеянного излучения в июле, из-за максимум поступления солнечной радиации к верхней границе атмосферы. 0,92 (МДж / м²). Годовой объем радиации на станции составляет 2276 (МДж / м²).

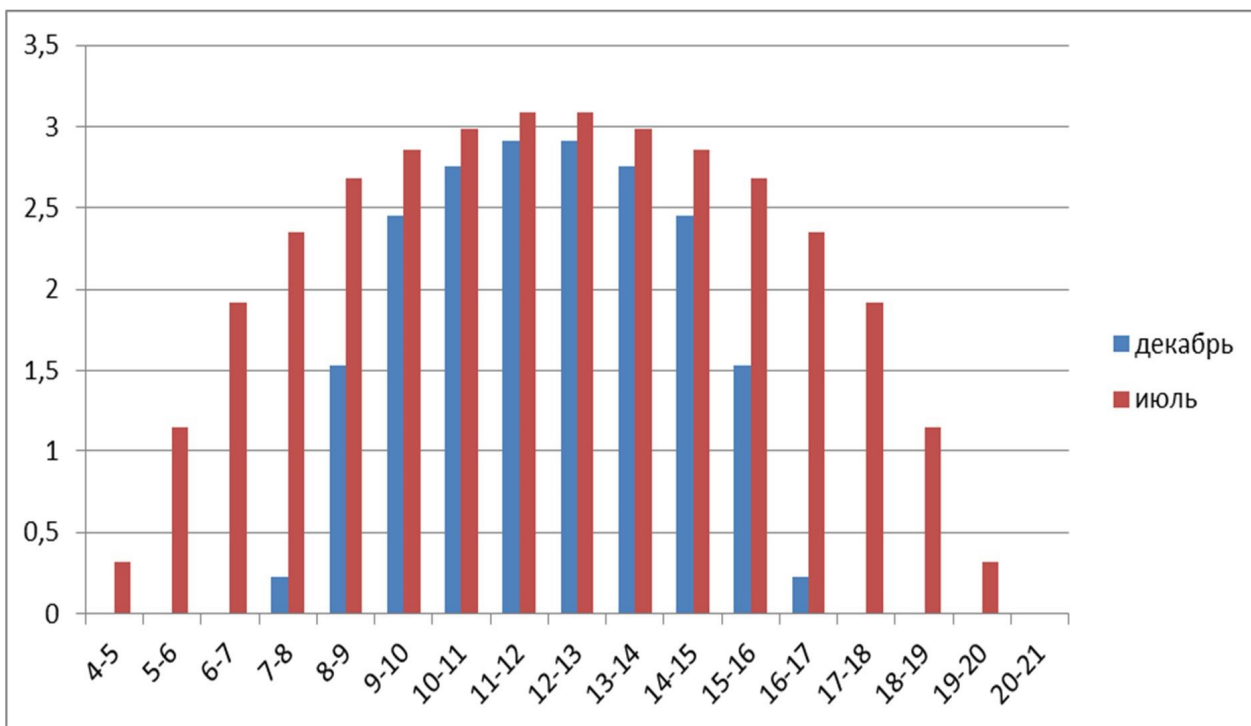


Рисунок 3.5. сумм прямой солнечной радиации (S) на горизонтальную поверхность при ясном небе (Суточный ход).

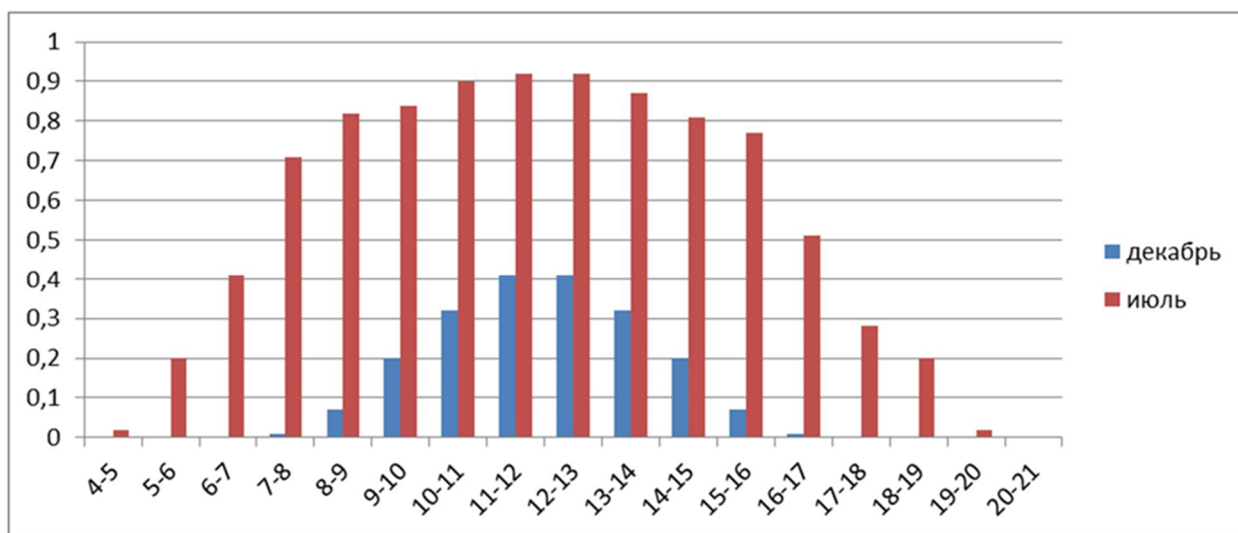


Рисунок 3.6 суммы радиации (D) для центральных месяцев (Суточный ход)

Заключение

В данной работе был рассмотрен ход истории развития ветровых и солнечных энергетических ресурсов. Основные характеристики ветротурбин Ростовая были рассчитаны с учетом реальных климатических условий.

были проанализированы характеристики скорости ветра, направления ветра и солнечной радиации за последние 10 лет и оценены энергетический потенциал региона с учетом климатических условий прошлого в

Основные результаты работы позволяют сделать вывод о том, что:

- эксплуатационные характеристики ветряных турбин и GEUS в значительной степени зависят от климатических и технических параметров установок;

- исследуемая территория пригодна для эффективного использования малых и средних вет-регенераторов, как следует из анализа ветроэнергетики Ростовской области;

для повышения ветроэнергетического потенциала региона следует провести дополнительные исследования ветрового режима в различных районах и на разных высотах;

гелио-потенциал солнечной энергии указывает на целесообразность использования солнечной радиации в качестве дополнительного источника энергии для населения;

для детальной оценки потенциальных ресурсов солнечной энергии необходимы дополнительные исследования по выяснению микроклиматических особенностей продолжительности солнечного сияния, выявлению очагов локального облакообразования.

Список литературы

1. Научно-прикладной справочник по климату СССР-справочник/ под.ред л.в ковеля.-М:Гидрометеоздат, 1988- 647с.
2. Н.С. Удалов возобновляемые источники энергии.Новосибирски: изд-во НГТУ. 2009, 412с.
3. Возможности Ветроэнергетики в Российской Федерации: / URL: <http://www.energsovet.ru/stat481.html> (Дата обращения 26.05.2021).
4. История Ветроэнергетики (электронный ресурс): / URL: https://tftwiki.ru/wiki/History_of_wind_power (Дата обращения 27.05.2021).
5. Ветроэнергетические установки (электронный ресурс): / URL: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-2/2-2-1> (Дата обращения 18.05.2021).
6. История Развития Гидроэнергетики: / URL: <https://peretok.ru/articles/freezone/17434/> (Дата обращения 07.05.2021).
7. Рекомендации по определению климатических характеристик гелио-энергетических ресурсов на территории СССР [Текст, таблицы], - Л.: Гидрометеоздат, 1987.-90с.
8. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер.3. Многолетние данные, Вып.13 - Л.: Гидрометеоздат, 1988 – 692 с.
9. Краткая история солнечная Энергия в России: / URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/14467/> (Дата обращения 18.04.2021).
10. Использование солнечной энергии: / URL: <https://aqua-prime.by/blog/articles/ispolzovanie-solnechnoj-energii-v-bytu> (Дата обращения 10.12.2019).
11. Солнечная энергия и другие альтернативные источники энергии [Текст] – М.: Знание, 1980. – 88с.
12. А. Ализар Германия поставила рекорд по солнечная Энергия: / URL: <https://m.lenta.ru/news/2012/05/26/solarpower/amp/> (Дата обращения 23.05.202).

Приложения.

Таблица А.

*Среднемесячные величины радиационного баланса по срокам наблюдений
ст. Гиган.*

Месяц	Гигант					
	0.30	6.30	9.30	12.30	15.30	18.30
1	-0.06	-0.05	0.03	0.10	-0.02	-0.06
2	-0.05	-0.05	0.11	0.18	0.04	-0.06
3	-0.05	-0.03	0.30	0.44	0.20	-0.07
4	-0.06	0.06	0.46	0.59	0.31	-0.06
5	-0.06	0.15	0.53	0.62	0.37	-0.02
6	-0.06	0.17	0.53	0.63	0.40	0.01
7	-0.05	0.14	0.49	0.60	0.36	0.01
8	-0.05	0.08	0.44	0.54	0.30	-0.04
9	-0.06	0.02	0.37	0.46	0.21	-0.07
10	-0.06	-0.03	0.28	0.35	0.08	-0.06
11	-0.06	-0.06	0.16	0.23	0.00	-0.06
12	-0.06	-0.06	0.06	0.11	-0.03	-0.06

Таблица Б.1

Продолжительность солнечного сияния (часы) и ее среднеквадратическое отклонение (часы) для станции Гигант

(часы)	Месяцы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Гигант										
(часы)	66	78	128	196	271	298	320	291	245	
(часы)	35	30	37	40	33	35	27	37	35	

Таблица В. 1

Число дней без солнца (n). отношение истинной продолжительности солнечного сияния к возможной (P. %), средняя

n (дни). P (%). p (часы)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
Ст. Гигант													
n (дни)	15	11	7	4	0.8	0.5	0.3	0.3	1	4	12	18	74
P (%)	24	27	35	49	59	64	70	69	65	49	25	15	49
p (часы)	4.1	4.6	5.3	7.5	9.0	10.1	10.4	9.5	8.4	6.1	4.0	3.2	7.5

Таблица Г. 1

Средняя многолетняя продолжительность солнечного сияния за часовые интервалы, ст. Гигант.

Месяц Года	Часовой интервал								
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9- 10	10- 11	11- 12	13
1				0.0	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
2			0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
3		0.0	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	
4		0.1	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	
5	0.0	0.3	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
6	0.1	0.5	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
7	0.0	0.5	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
8	0.0	0.2	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
9		0.0	0.4	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
10			0.1	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
11				0.0	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
12				0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2

Таблица Д.1

Энергетическая освещенность прямой солнечной радиацией (S) к Вт/м² при ясном небе

Ст. Гигант	Срок	1	2	3	4	5	6	
	6.30			0.31	0.48	0.58	0.61	
	9.30	0.67	0.76	0.85	0.83	0.83	0.82	
	12.30	0.82	0.87	0.93	0.89	0.87	0.88	
	15.30	0.44	0.66	0.75	0.75	0.76	0.79	
	18.30				0.13	0.27	0.41	

Таблица Е .1

Суммы прямой солнечной радиации S (МДж/ м²) на горизонтальную поверхность при ясном небе ст. Гигант

Месяц года.	Часовой интервал.																				
	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	0-1	1-2	3-4	
					.23	.53	.45	.76	.91	.91	.76	.45	.53	.23						9.76	13
				.03	.12	.25	.79	.99	.12	.12	.99	.79	.25	.12	.03					4.60	89
				.08	.04	.68	.07	.25	.32	.32	.25	.07	.68	.04	.08					0.88	57
			.47	.71	.30	.73	.04	.14	.20	.20	.14	.04	.73	.30	.71	.47	.00			3.18	95
	.15	.15	.94	.45	.79	.99	.09	.14	.14	.09	.99	.79	.45	.94	.15	.15				5.40	097
	.64	.51	.17	.58	.86	.99	.12	.17	.17	.12	.99	.86	.58	.17	.53	.64				8.10	143

Продолжение таблицы

Месяц года.	Часовой интервал.																				
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	30 сут	3 мес
7	.32	.15	.94	.35	.68	.86	.99	.09	.09	.99	.86	.68	.35	.92	.15	.32				4.72	1076
8	.01	.59	.71	.22	.61	.86	.96	.04	.04	.96	.81	.56	.22	.71	.59	.01				1.90	989
9		.14	.28	.02	.53	.84	.00	.10	.10	.00	.84	.53	.02	.28	.14					9.82	895

0	1				.28	.53	.30	.73	.94	.07	.07	.94	.73	.30	.53	.28				2	5.70	797
1	1					.80	.92	.66	.89	.02	.02	.86	.63	.92	.80					2	2.52	676
2	1					.12	.33	.12	.55	.73	.73	.55	.12	.33	.12					1	7.70	549

Таблица Ж.1

Энергетическая освещенность рассеянной радиации (Д, кВт/ м²). Ст. Гигант

Месяц года	Ст. Гигант				
	6.30	9.30	12.30	15.30	18.30
1		0.09	0.15	0.05	
2		0.14	0.20	0.09	
3	0.01	0.19	0.24	0.14	
4	0.04	0.22	0.26	0.18	0.01
5	0.10	0.24	0.28	0.20	0.04

6	0.14	0.24	0.28	0.20	0.06
7	0.12	0.22	0.26	0.21	0.06
8	0.08	0.20	0.24	0.18	0.03
9	0.03	0.17	0.21	0.14	
10	0.01	0.14	0.17	0.08	
11		0.09	0.12	0.03	
12		0.07	0.11	0.02	

Таблица 3.1

Энергетическая освещенность суммарной радиации. Ст. Гигант

Месяц года	Ст. Гиг ант				
	6.30	9.30	12.30	15.30	18.30
1		0.12	0.23	0.06	
2		0.19	0.33 7	0.13	
3	0.02	0.32	0.44	0.23	
4	0.11	0.47	0.56	0.33	0.01
5	0.22	0.60	0.67	0.43	0.06
6	0.26	0.66	0.71	0.47	0.10

7	0.23	0.64	0.71	0.48	0.09
8	0.16	0.58	0.68	0.42	0.04
9	0.08	0.48	0.58	0.30	
10	0.02	0.31	0.39	0.15	
11		0.14	0.22	0.05	
12		0.09	0.15	0.02	

Таблица И.1

Суммы рассеянной солнечной радиации D (МДж / м²), за часовые интервалы. Ст. Гигант

Месяц года.	Часовой интервал.																			
	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23
1					0.01	0.15	0.33	0.49	0.56	0.56	0.49	0.33	0.15	0.01						
2				0.00	0.10	0.28	0.51	0.67	0.74	0.74	0.67	0.51	0.28	0.10	0.00					
3				0.04	0.20	0.46	0.69	0.82	0.89	0.89	0.82	0.72	0.49	0.25	0.04					
4			0.03	0.21	0.48	0.74	0.85	0.92	0.97	0.97	0.91	0.84	0.69	0.46	0.03					
5		0.01	0.16	0.41	0.69	0.87	0.92	0.97	1.02	1.02	0.97	0.89	0.74	0.58	0.01					
6		0.03	0.21	0.44	0.69	0.84	0.91	0.97	1.02	1.02	0.97	0.90	0.77	0.59	0.03					

Продолжение таблицы

Месяц года.	Часовой интервал													
	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	
7		0.02	0.20	0.41	0.71	0.82	0.84	0.90	0.92	0.92	0.87	0.81		
8		0.00	0.09	0.28	0.59	0.74	0.76	0.85	0.87	0.87	0.84	0.74		
9			0.01	0.13	0.44	0.61	0.69	0.74	0.77	0.77	0.74	0.67		
10				0.02	0.14	0.37	0.53	0.61	0.61	0.61	0.57	0.47		
11					0.02	0.15	0.31	0.43	0.46	0.46	0.43	0.31		
12					0.01	0.07	0.20	0.32	0.41	0.41	0.32	0.20		

