

## АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В УЗБЕКИСТАНЕ

**Мустафакулов Асрор Ахмедович**

Жиззах политехника институти  
 Физика кафедраси , физика-математика  
 фанлари номзоди, доцент  
[asrormustafakulov@gmail.com](mailto:asrormustafakulov@gmail.com)

**Олимов Ориф Носирович**

Жиззах политехника институти  
 Энергетика кафедраси катта ўқитувчиси  
[olimovafotima2001@gmail.com](mailto:olimovafotima2001@gmail.com)

**Жураев Обид Шовкатович**

Тошкент давлат техника университети  
 магистрант  
[qirolbekaka@gmail.com](mailto:qirolbekaka@gmail.com)

**Abduraimova Khadicha Mukhtarovna**

2nd year student of the Faculty of Energy  
[Xadichaabduraimova@gmail.com](mailto:Xadichaabduraimova@gmail.com)

**Аннотация:** Основными компонентами альтернативных - возобновляемых источников энергии в Узбекистане являются солнечная, гидравлическая, ветровая и геотермальная энергия, а также энергия биомассы. Согласно результатам проведенных оценок технический потенциал альтернативных-возобновляемых источников энергии в Республике Узбекистан составляет 180 миллионов тонн нефтяного эквивалента, что более чем в три раза превышает его ежегодную потребность в энергоресурсах. По этому в данной работе приводятся данные о альтернативных источниках энергии, ветряных и солнечных источников электрической энергии. Приводятся обзор ветряных электрических установок, расчёт площади, стоимость электрической энергии получаемой фотоэлектрической пластинке (ФЭП) для малой семье и срок самоокупаемости ФЭП.

**Ключевые слова:** энергия, ветроустановка, солнечный панель, геотермальная энергия, мощность, блок управления, аккумуляторная батарея, фотоэлектрическая пластинка.

**Введение:** Сегодня, в рамках своего стремления к зеленому развитию, Узбекистан стремится достичь углеродной нейтральности, развивая «зеленую энергию» и утроив долю возобновляемых источников энергии в течение следующих 10 лет. Были поставлены амбициозные стратегические цели: удвоить производство электроэнергии в стране до 28 ГВт к 2030 году и обеспечить, чтобы не менее 25% электроэнергии поступало из возобновляемых источников. На этот показатель приходится 5 ГВт солнечной энергии, 3 ГВт ветра и 2 ГВт гидроэнергии. Узбекистан является одной из стран с большим потенциалом использования возобновляемых источников энергии. По оценкам экспертов, альтернативная энергетика в нашей стране в несколько раз превышает невозобновляемые ресурсы органического топлива. Около 97 процентов этой возможности исходит от солнечной энергии. То есть в нашей стране считается 300 солнечных дней в году. В этом плане мы можем превзойти Испанию, разработавшую солнечную энергетика. Кроме того, у нас есть ветреные районы, а также горные реки, которые можно использовать для выработки электроэнергии. Узбекистан является одним из регионов, богатых ветровыми ресурсами. Мощность ветра, дующего у поверхности земли – на высоте 10 метров, составляет 25% электроэнергии, вырабатываемой в нашей стране за год. Если получать электроэнергию из ветра высотой до 100 метров, можно будет получать энергию в большем объеме, чем в настоящее время.

**1. Энергия ветра.** Уже очень давно, видя, какие разрушения могут приносить бури и ураганы, человек задумывался над тем, нельзя ли использовать энергию ветра. Ветряные мельницы с крыльями-парусами из ткани первыми начали сооружать древние персы свыше 1,5 тыс. лет назад. В дальнейшем ветряные мельницы совершенствовались. В Европе они

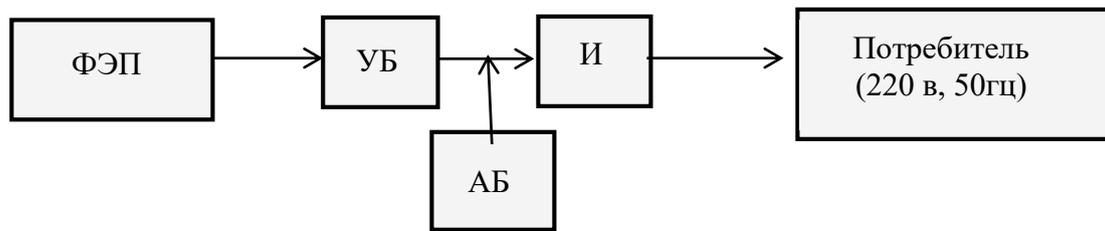
не только мололи муку, но и откачивали воду, сбивали масло, как, например в Голландии. Первый электрогенератор был сконструирован в Дании в 1890 г. Через 20 лет в стране работали уже сотни подобных установок [1-4]. Энергия ветра очень велика. Ее запасы по оценкам Всемирной метеорологической организации, составляют 170 трлн. кВт\*ч в год. Эту энергию можно получать, не загрязняя окружающую среду. Но у ветра есть два существенных недостатка: его энергия сильно рассеяна в пространстве и он непредсказуем - часто меняет направление, вдруг затихает даже в самых ветреных районах земного шара, а иногда достигает такой силы, что ломает ветряки. Строительство, содержание, ремонт ветроустановок, круглосуточно работающих в любую погоду под открытым небом, стоит недешево. Ветроэлектростанция такой же мощности, как ГЭС, ТЭЦ или АЭС, по сравнению с ними должна занимать большую площадь. К тому же ветроэлектростанции безвредны: они мешают полетам птиц и насекомых, шумят, отражают радиоволны вращающимися лопастями, создавая помехи приему телепередач в близлежащих населенных пунктах [4-6]. Принцип работы ветроустановок очень прост: лопасти, которые вращаются за счет силы ветра, через вал передают механическую энергию к электрогенератору. Тот в свою очередь вырабатывает электроэнергию. Для получения энергии ветра применяют разные конструкции: многолопастные "ромашки"; винты вроде самолетных пропеллеров с тремя, двумя и даже одной лопастью (тогда у нее есть груз противовеса); вертикальные роторы, напоминающие разрезанную вдоль и насаженную на ось бочку; некое подобие "вставшего дыбом" вертолетного винта: наружные концы его лопастей загнуты вверх и соединены между собой [3-5]. Вертикальные конструкции хороши тем, что улавливают ветер любого направления. Остальным приходится разворачиваться по ветру. Чтобы как-то компенсировать изменчивость ветра, сооружают огромные "ветренные фермы". Ветрогенераторы там стоят рядами на обширном пространстве и работают на единую сеть. На одном краю "фермы" может дуть ветер, на другом в это время тихо. Ветряки нельзя ставить слишком близко, чтобы они не загораживали друг друга. Поэтому ферма занимает много места. Такие фермы есть в США, во Франции, в Англии, в Украине (Крым), а в Дании "ветряную ферму" разместили на прибрежном мелководье Северного моря: там она никому не мешает и ветер устойчивее, чем на суше. Чтобы снизить зависимость от непостоянного направления и силы ветра, в систему включают маховики, частично сглаживающие порывы ветра, и разного рода аккумуляторы. Чаще всего они электрические. Но применяют также воздушные (ветряк нагнетает воздух в баллоны; выходя оттуда, его ровная струя вращает турбину с электрогенератором) и гидравлические (силой ветра вода поднимается на определенную высоту, а, падая вниз, вращает турбину). Ставят также электролизные аккумуляторы. Ветряк дает электрический ток, разлагающий воду на кислород и водород. Их запасают в баллонах и по мере необходимости сжигают в топливном элементе (т.е. в химическом реакторе, где энергия горючего превращается в электричество) либо в газовой турбине, вновь получая ток, но уже без резких колебаний напряжения, связанного с капризами ветра. Ветроэнергетика является наиболее развитой сферой практического использования природных возобновляемых энергоресурсов. Суммарная установленная мощность крупных ветроэнергетических установок (ВЭУ) в мире оценивается сегодня в 44000 МВт. Единичная мощность наиболее крупных ветряных установок превышает 1 МВт. Во многих странах появилась даже новая отрасль - ветроэнергетическое машиностроение. Мировыми лидерами в ветроэнергетике являются США, Германия, Нидерланды, Дания, Индия и т.д. В частности, Германия планирует к 2030 году производить при помощи ветра до 30% всей электроэнергии страны. Достаточно широкое распространение ветроэнергетических установок объясняется их относительно невысокими удельными капиталовложениями по сравнению с другими возобновляемыми энергетическими источниками.

**2. Солнечная энергия.** Солнце, как известно, является первичным и основным источником энергии для нашей планеты. Оно греет всю Землю, приводит в движение реки и сообщает силу ветру. Под его лучами вырастает 1 квадриллион тонн растений, питающих,



в свою очередь, 10 триллионов тонн животных и бактерий. Благодаря тому же Солнцу на Земле накоплены запасы углеводов, 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. Солнечная энергетика основывается на том, что поток солнечного излучения, проходящего через участок площадью 1 м.кв., расположенный перпендикулярно потоку излучения на расстоянии одной астрономической единицы от Солнца (на входе в атмосферу Земли), равен 1367 Вт/м.кв. (солнечная постоянная) [2-3-5]. Через поглощение, при прохождении атмосферы Земли, максимальный поток солнечного излучения на уровне моря (на Экваторе) - 1020 Вт/м.кв. Однако следует учесть, что среднесуточное значение потока солнечного излучения через единичный горизонтальный участок как минимум в три раза меньше (из-за смены дня и ночи и изменения угла солнца над горизонтом). Зимой в умеренных широтах это значение еще в два раза меньше. Известны следующие способы получения энергии за счет солнечного излучения: 1. Получение электроэнергии с помощью фотоэлементов. 2. Преобразование солнечной энергии в электрическую с помощью тепловых машин: а) паровые машины (поршневые или турбинные), использующих водяной пар, углекислый газ, пропан-бутан, фреоны; б) двигатель Стирлинга и т.д. 3. Гелиотермальная энергетика - преобразование солнечной энергии в тепловую за счет нагрева поверхности, поглощающей солнечные лучи. 4. Солнечные аэростатные электростанции (генерация водяного пара внутри баллона аэростата за счет нагрева солнечным излучением поверхности аэростата, покрытой селективно-поглощающим покрытием). Недостатки солнечной энергетики. Для строительства солнечных электростанций требуются большие площади земли через теоретические ограничения для фотоэлементов первого и второго поколения. К примеру, для электростанции мощностью 1 ГВт может понадобиться участок площадью несколько десятков квадратных километров. Строительство солнечных электростанций такой мощности может привести к изменению микроклимата в прилегающей местности, поэтому устанавливают в основном фотоэлектрические станции мощностью 1-2 МВт недалеко от потребителя или даже индивидуальные и мобильные установки. Фотоэлектрические преобразователи работают днем, а также в утренних и вечерних сумерках (с меньшей эффективностью). При этом пик электропотребления приходится именно на вечерние часы. Кроме этого, произведенная ими электроэнергия может резко и неожиданно колебаться из-за изменений погоды [2-3]. Для преодоления этих недостатков на солнечных электростанциях используются эффективные электрические аккумуляторы. На сегодняшний день эта проблема решается созданием единых энергетических систем, объединяющих различные источники энергии, которые перераспределяют производимую и потребляемую мощность. В настоящее время энергоэффективность отдельных зданий во многом определяется потребностью в электроэнергии. Известно, что в наши дни фотоэлектрические станции мощностью до 100-12000 Вт для отдельных потребительских небольших квартир изготавливаются и применяются на практике [2,5-7]. Существуют также некоторые недостатки развития деятельности солнечных фотоэлектрических приборов, такие как неспособность фотоэлементов, преобразующих солнечный свет в электричество, выдерживать высокие температуры, пыльное покрытие поверхности фотоэлементных пластин в засушливом климате и дороговизна фотоэлектрических пластин. Основные части солнечных фотоэлектрических приборов состоят из следующих основных частей (рис. 1):





1-рис. Основные части фотоэлектрических установок.

ФЭП-фотоэлектрическая пластинка, УБ-управляющей блок, АБ-аккумуляторная батарея, И-инвертор.

Блок управления контролирует подключение напряжения к нагрузке и аккумуляторной батарее. ФЭП-фотоэлектрическая пластина преобразует световую энергию в электрическую. Инвертор усиливает постоянное напряжение, генерируемое в ФЭП, и преобразует его в переменное напряжение (220 В, 50 Гц). АБ-аккумуляторная батарея служит для обеспечения бесперебойного питания потребителя в условиях отсутствия света, накапливая в себе напряжение, генерируемое в ФЭП. Срок службы ФЭП составляет в среднем 25-30 лет. За это время один раз заменяют инвертор и три раза заменяют аккумулятора. Для небольшой квартиры, состоящей в среднем из 6 человек, электрическая мощность ФЭП может обеспечить 2 кВт электрической энергии. Эта нагрузочная мощность используется для энергосберегающих ламп освещения, холодильников, телевизоров, маломощных стиральных машин и других источников питания. Средняя солнечная радиация (мощность излучения) в Узбекистане составляет 1 кВт/м<sup>2</sup> [4,5]. Коэффициент полезного действия современного ФЭП составляет 15-25%, и на 1 м<sup>2</sup> поверхности ФЭП можно получить 150 Вт электрической энергии. Поверхность ФЭП для выработки 2 кВт мощности, необходимой для отдельной семьи определяются следующей формулой:

$$S=2000/150=14 \text{ м}^2$$

Совокупная стоимость ФЭП с комплектующими, вырабатывающими 2 кВт электроэнергии, в фирме "Mir Solar" рассчитывается следующим образом:

$$K=2 \times 9,0=18,0 \text{ млн. сум.}$$

Годовая электрическая энергия ФЭП определяется  $W=K_{\text{п}} \cdot P_{\text{м}} \cdot T_{\text{с}}$

как генерируемая электричество. В этом случае коэффициент  $K_{\text{п}}$  является коэффициентом потерь, которая учитывает изменение температуры и угла падения солнечного света в течение дня;  $K_{\text{д}} = 0,5 \div 0,7$ .

$P_{\text{м}}$ -максимальная мощность ФЭП,  $T_{\text{с}}$ - солнечные дни (годовая). В Узбекистане

В течение год солнечные часы составляют 850-1000 часов [3], и максимальная мощность определяется:

$$W=0,7 \times 2 \text{ кВт} \times 1000 \text{ ч} = 14000 \text{ кВт.ч.}$$

Стоимость 1 кВт ч. электрической энергии в настоящее время в Узбекистане 295 сум, тогда годовая стоимость электрической энергии:

$$\text{Э}=14000 \times 295 =4 \text{ 130 000 сум.}$$

Определяем срок самоокупаемости устройство ФЭП:

$$T = K/\text{Э} = 18,0/4,130 =4,35 \text{ год.}$$

Срок самоокупаемости за 5 лет уменьшился 2,5 раза. В последнее годы стоимость 1 кВт.ч. электрической энергии автономных ФЭП было 7 евро. За 5 лет оно уменьшился до 4,5 евро. Таким образом стоимость альтернативной электрической энергий непрерывно уменьшается, а стоимость обычной электрической энергии непрерывно увеличивается. За 5 лет стоимость обычной электрической энергии увеличился 3-5 раз [3-5].

**Выводы:** Для малой жилой автономной квартиры рекомендуется использовать ФЭП с поверхностью 14 м<sup>2</sup> и мощностью 2 кВт электричества. Расходы на самоокупаемость

солнечных ФЭП неуклонно сокращаются. Техничко-экономические показатели альтернативных источников энергии приравниваются к технико-экономическим показателям традиционных источников электроэнергии, которые остаются конкурентоспособными между собой. Цена солнечных фотоэлементов сравнительно высокая, но с развитием технологии и ростом цен на ископаемые энергоносители этот недостаток постепенно преодолевается.

#### Использованная литература:

- [1].Перспективы развития возобновляемой энергетики в Узбекистане. Фикрет Акчура, Насыров Темуржан. Электронный ресурс.  
file:///E:/downloads/uzb\_un\_rus\_The\_Outlook\_for\_the\_Development\_of\_Renewable\_Energy\_in\_Uzbekistan.pdf
- [2].Аллаев К.Р.Электрoэнергетика Узбекистана и мира. Т.-2009, "Молия", 478.
- [3].Клычев Ш.И., Мухаммадиев М.М., Авезов Р.Р. и др. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Тошкент: Издательство «Фан ва технология» - 2010 г.
- [4].Mustafakulov A.A., Arzikulov F. Current State Of Wind Power Industry. American Journal of Engineering And Technology.(ISSN – 2689-0984).Published: September 14, 2020 | Pages: 32-36. Doi: <https://doi.org/10.37547/tajet/Volume02Issue09-05>
- [5].Мустафакулов, А.А., Арзикулов, Ф.Ф.,& Джуманов,А. (2020). Использование Альтернативных Источников Энергии В Горных Районах Джизакской Области Узбекистана. Интернаука: электрон. научн. журн, (41 (170)).
- [6].Мустафакулов, А. А., Муртазин, Э. Р., & угли Сафаров, А. А. (2016). Исследование возобновляемых источников энергии. *Ученый XXI века*, (3-1).
- [7].Арзикулов Ф.Ф., Мустафакулов А.А. ва б.“Шамол электр генератори кувватини ўлчовчи дастурий таъминот” талабнома рақами DGU 2021. 0103. 18.01.2021.

