

/ Р. Muñoz Velasco et al. // Construction and Building Materials. 2014. Vol. 63. P. 97–107.

2. Использование отходов обогащения руд для получения строительной керамики с повышенными физико-техническими свойствами / Суворова О.В., Макаров Д.В., Кумарова В.А., Некипелов Д.А. // Труды Фермановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2017. № 14. С. 263-266.

3. Стеновые керамические материалы матричной структуры на основе неспекающегося малопластичного техногенного и природного сырья / Столбошкин А. Ю. // Новосибирск, 2014. С. 365.

4. Zhang L. Production of bricks from waste materials — A review // Construction and Building Materials. 2013. Vol. 47. P. 643–655.

5. Обжиговые строительные материалы с использованием отходов нефтедобывающей промышленности / Сабитов Е.Е., Скрипникова Н.К., Литвинова В.А., Волокитин Г.Г., Луценко А.В. // Актуальные проблемы современности. 2017. № 1 (15). С. 154-159.

6. Строительные материалы с использованием золошлаковых отходов / Скрипникова Н.К., Литвинова В.А., Волокитин Г.Г., Юрьев И.Ю., Луценко А.В., Волокитин О.Г., Семеновых М.А. // В сборнике: Современные тенденции развития науки и производства V Международная научно-практическая конференция: в 2-х томах. Западно-Сибирский научный центр. 2017. С. 342-346.

УДК 621.383

ОБОСНОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПАСТБИЦНЫХ ХОЗЯЙСТВ ТУРКМЕНИСТАНА

*Д.ф.-м.н. Я. Чарыев, К.Ходжанепесов, д.с.х.н. А.Пенджиев**
ТГИТус, *-ТГИАС. Туркменистан, г. Ашхабат

Аннотация. В статье кратко рассматривается исследования, обоснования энергетических параметров и перспективы использования солнечной фотоэлектрической установки в Туркменистане, которые могут сыграть значительную роль и способствовать механизму чистого развития, сохранению экологии, сбережению энергоресурсов и, в конечном счете росту экономики, улучшение социально-экономических и бытовых условий пастбищных хозяйств.

Результаты проделанного анализа метеорологических характеристик пастбищ подтверждают о возможности использования солнечной фотоэлектрической станции на Юго-Восточных Каракумах. Они могут применены при строительстве других объектов, сооружений; исследованные энергетические потенциалы (валовые, технические, экономические, экологические) и приведенные расчеты Юго-Восточных Каракумов дают возможность составление технико-экономического обоснования (ТЭО) для развития солнечной энергетики в этом регионе; разработанные, созданные и исследованные фотоэлектрическая установка нового поколения для чабанских хозяйств Туркменистана дают возможность создания мобильной станций, улучшит эколого-экономические и социально-бытовые условия жизни населения, содействует интенсификации производства пастбищных комплексов в Туркменистане.

Ключевые слова: солнечная энергия, энергетический потенциал, энергообеспечение, экология, энергосбережение, пастбища, Юго-восточные Каракумы, Туркменистан.

JUSTIFICATION OF THE ENERGY PARAMETERS OF A SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR PASTURE FARMS IN TURKMENISTAN

*Doctor of physico-mathematics
Y.Charyev, K.Hojanepesov, M.Goshjanova,
doctor of agriculture A.Pendzhiev*

*Turkmenistan State Institute of Transport and Communications,
*-Turkmenistan State Architectural and Construction Institute
Turkmenistan, st. Ashgabat*

Abstract. The purpose and problems of dissertational work: Researches, a substantiation of power parameters and prospect use of solar photo-electric installation in Southeast Kara Kum which can play a considerable role and promote the mechanism of pure development, ecology preservation, savings of power resources and, finally to economy growth, improvement social and economic and a conditions of life of pasturable economy.

In a course of carrying out research other results for development of a national economy of Turkmenistan are also received.

Practical value of work: the results of analysis of meteorological characteristics of pastures also confirms the possibility of use of solar photo-electric station on Southeast Kara Kum. They can be applied at building of other objects, constructions; the investigated energy potentials (total, technical, economic, ecological) and the resulted calculations of Southeast Kara Kum give the chance drawing up of the feasibility report for development of solar power in this region; developed, created and investigated photo-electric installation of new generation for shepherd's economy of Turkmenistan gives the chance for creation of mobile stations, improves ecological and

economic and social conditions of a life of the population, promotes an intensification of manufacture of pasturable complexes in the country.

Keywords: solar energy, energy potential, power supply, ecology, power savings, pastures, Southeast Kara Kum, Turkmenistan.

Актуальность проблемы. Нарастание объемов производства разнообразной сельскохозяйственной продукции, обеспечение в стране продовольственного изобилия – стратегический ориентир и важнейший приоритет проводимый Президентом Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедовым политики, направленной на укрепление экономической мощи в эпоху могущества и счастья повышения благосостояния народа.

Приоритетным направлением здесь является внедрения передовых агротехнических, технологических, научно – обоснованных методик возделывания высокоурожайных сельскохозяйственных культур, с учетом почвенно-климатических условий каждого региона семенной селекции и племенного животноводства [1].

В аграрном секторе Туркменистана пастбищное животноводство занимает главную роль. Около половины производимого в нашей стране мяса приходится на долю мелкого рогатого скота. Следует особо подчеркнуть, что только из шерсти овец породы сарыжа можно изготовить прекрасные Туркменские ковры, а из суровых каракульевые шубы.

Климатические условия Туркменистана позволяют круглый год содержать скот на естественных пастбищах. Поэтом для обеспечения условий для чабанских пастбищ необходимо энергообеспечение круглый год. Однако энергообеспечение чабанских хозяйств частично можно решить с использованием солнечной энергии [1,2].

До последнего времени в развитии энергетики прослеживалась четкая закономерность: развитие получали те направления энергетики, которые обеспечивали достаточно быстрый экономический эффект. Связанные с этими направлениями социальные и экологические последствия рассматривались лишь как сопутствующие, и их роль в принятии решений была незначительной.

При таком подходе возобновляемые источники энергии (ВИЭ) рассматривались лишь как энергоресурсы будущего, когда будут исчерпаны традиционные источники энергии или когда их добыча станет чрезвычайно дорогой и трудоемкой. Так как это будущее представлялось достаточно отдаленным [3].

Ситуацию резко изменило осознание человечеством экологических пределов роста. Быстрый экспоненциальный рост негативных антропогенных воздействий на окружающую среду ведет к существенному ухудшению среды обитания человека. Поддержание этой среды в нормальном состоянии становится одной из приоритетных целей жизнедеятельности общества. В этих условиях прежние, только узко экономические оценки различных направлений техники, технологии, хозяйствования становятся явно недостаточными, ибо они не учитывают социальные и экологические аспекты.

Исходя из вышеизложенной актуальности были определены цели и задачи исследования: обоснования энергетических параметров и перспективы использования солнечной фотоэлектрической установки в Туркменистане, которые могут сыграть значительную роль и способствовать механизму чистого развития, сохранению экологии, сбережению энергоресурсов и, в конечном счете росту экономики, улучшение социально-экономических и бытовых условий пастбищных хозяйств Туркменистана [1].

Высота солнца в полдень не опускается ниже $26-32^\circ$ в декабре и достигает $72-76^\circ$ в июне. Годовой приход прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность при ясном небе составляет $146-154$ ккал/см², или $1699,4-1793$ кВт/м², годовые суммы рассеянной радиации при безоблачном небе составляют $32-39$ ккал/см², или $372,3-453,9$ кВт/м². Незначительная нижняя облачность снижает поступление прямой солнечной радиации всего на $27-35\%$ от возможной и в то же время увеличивает рассеянную радиацию на $25-40\%$. В результате при реальных условиях облачности годовой приход суммарной радиации уменьшается по сравнению с возможным на $13-19\%$ и колеблется в пределах $145-163$ ккал/см², или $1687,7-1897,2$ кВт/м².

Альbedo естественных поверхностей на рассматриваемых территориях колеблется в среднем от 22 до 35% в течение года. Резкое изменение альbedo зимой наблюдается только в отдельные дни при выпадении снега. Среднее месячное альbedo в период со снежным покровом в горах колеблется в пределах $40-70\%$.

В сумме за год естественной поверхностью отражается $26-32\%$ приходящей коротковолновой радиации, в оазисах с густой травяной растительностью – $20-22\%$. На эффективное излучение в приморском районе и в оазисах с густой травяной растительностью приходится от 30 до 33% суммарной радиации, для районов с редкой растительностью – от 34 до 39% .

Радиационный баланс составляет $16-35\%$ поглощенной радиации зимой и $50-66\%$ летом. Годовой радиационный баланс естественной поверхности с редкой растительностью составляет $47-53$ ккал/см², или $547,1-616,9$ кВт/м², поверхности с густой травяной растительностью – 71 ккал/см², или $826,4$ кВт/м². Суточный ход солнечной радиации и радиационного баланса определяется прежде всего изменениями высоты солнца в течение дня. Максимум солнечной радиации (при ясном небе и при наличии облачности) наблюдается в полдень.

Спектральный диапазон чувствительности кремниевых солнечных элементов составляет $0,4-1,1$ мкм, в котором заключено $\sim 94\%$ энергии из солнечного спектрального диапазона $0,3-3,0$ мкм. Поэтому были использованы данные от датчиков СН-1 для прямой и СМ-11 для диффузной и глобальной

радиации. На рис. 1 приводятся средние месячные суммы прямой, диффузной и глобальной радиации за три года, с 2015 по 2017г.г. Годовые суммы диффузной, глобальной и прямой солнечной радиации

составляют 1950, 4720 и 4900 МДж/м², соответственно.

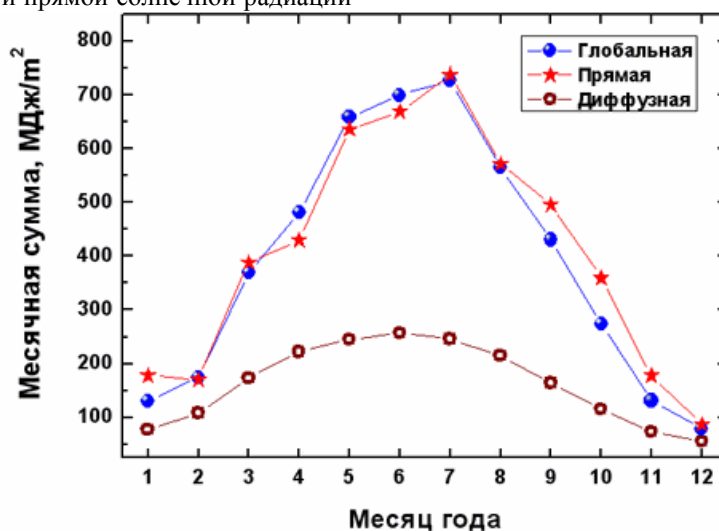


Рис. 1. Средние месячные суммы прямой, диффузной и глобальной радиации за период 2015-2017 г.г.

На рис. 2 представлены среднемесячные суммы солнечной радиации для разных углов наклона плоскости солнечной панели к горизонту. Верхняя кривая соответствует плоскости, всегда перпендикулярной к лучам Солнца, на которую падает наибольшее количество солнечной энергии.

Как видно из рисунка, больше всего радиации, кроме перпендикулярной плоскости, поступает на поверхности, наклоненные под углами от 0° до 30°.

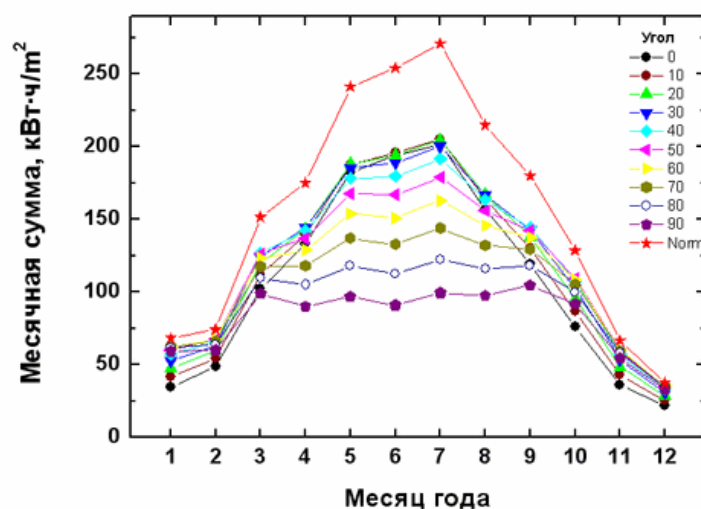


Рис. 2. Приток солнечной радиации для разных углов наклона плоскости солнечных панелей относительно горизонта

Проведенные расчеты позволяют определить оптимальный угол наклона солнечной панели в разное время года. На рис. 3 представлены зависимости месячных сумм солнечной радиации от угла

наклона поверхности к горизонту для каждого месяца года.

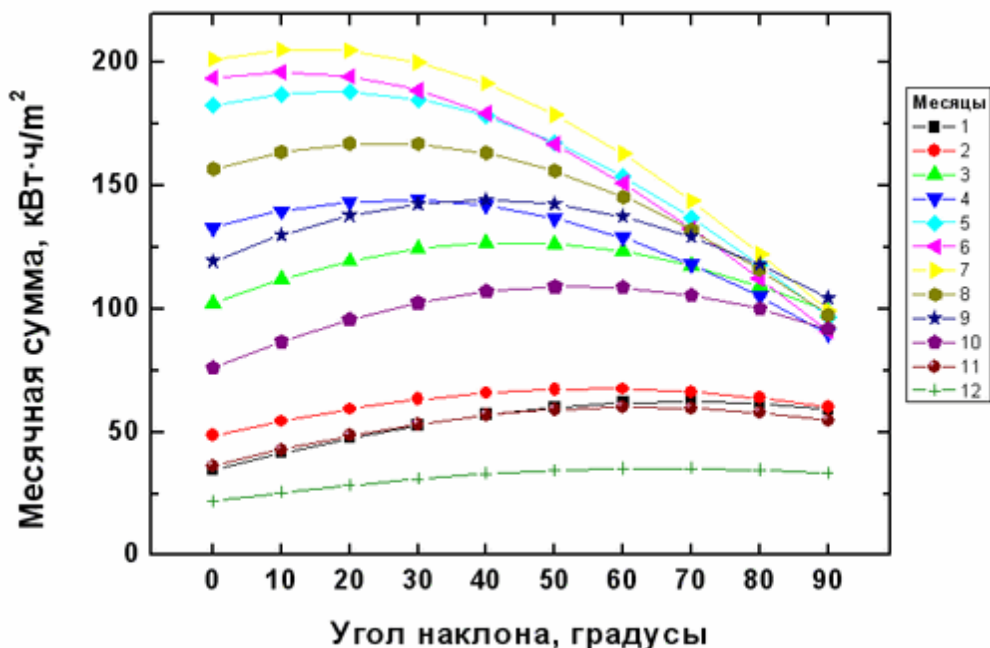


Рис. 3. Зависимости месячных сумм солнечной радиации от угла наклона поверхности солнечной панели

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

Технический потенциал солнечной энергии представляет сумму технических потенциалов тепловой энергии и электрической энергии, получаемых соответствующим преобразованием солнечного излучения.

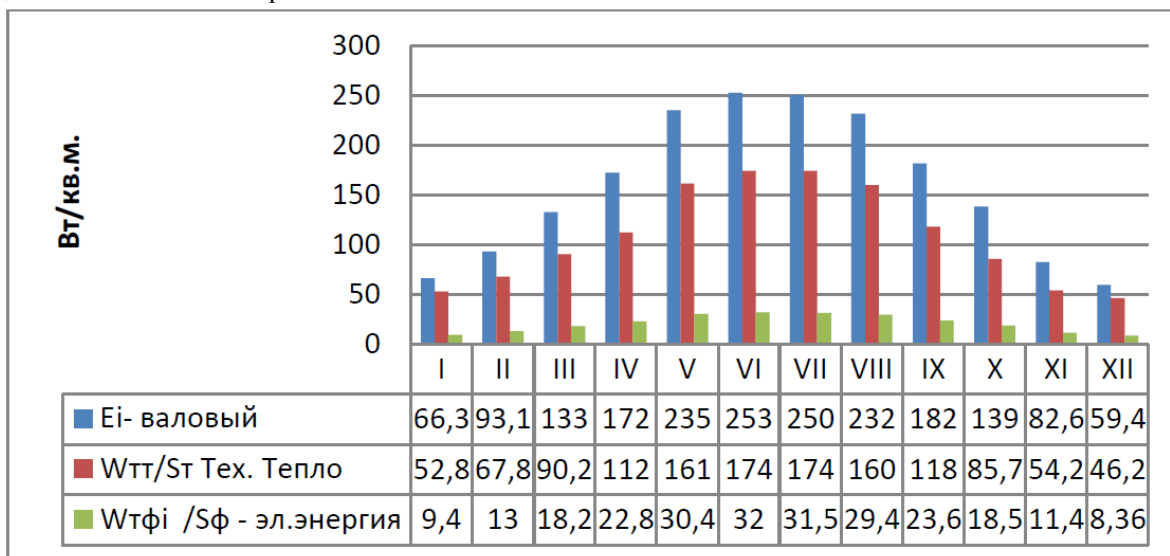


Рис. 4. Валовый (E_i), технический потенциал тепловой (W_{тт}), электрической энергии (W_{tφ}) от среднего преобразования солнечной энергии в течение года

Технический потенциал региона представляет сумму технических потенциалов составляющих его зон (рис. 4). Порядок расчета. Фиксируются исходные данные: $k_{\phi}=1-kT$ и следующие значения параметров фотоэлектрических солнечных батарей, характеризующие современный технический уровень: $\alpha=0,97$; $\eta_1=0,13$; $\chi=0,004 K^{-1}$; $T_1=289 K$; $\langle \lambda \rangle=40$ Вт/(м²•К).

Рассчитывается среднемесячная температура T_i с использованием значений E_i , полученных результаты, регрессивная зависимость технического потенциала от преобразования в тепловую энергию равна $y = -0,707x + 112,6$; $R_2 = 0.002$; в электрическую энергию $y = -0,082x + 21,24$; $R_2 = 0.001$. Рассчитываются технический потенциал i -го месяца

$W_{ТФi}$. Суммированием по всем месяцам определяется потенциал $W_{ТГ}$.

Методика определения технического потенциала электроэнергии от солнечного излучения. Расчет технического потенциала электроэнергии производится по формуле:

$$W_{ТФ} = \sum_i W_{ТФi}, \quad (1)$$

где технический потенциал i -го месяца равен:

$$W_{ТФi} = E_i * k_{Ф} * q * S * \eta_1 * [1 - \chi(T_i - T_1)] \quad (2)$$

Экономический потенциал солнечной энергии региона – это величина годовой выработки тепловой и электрической энергии в регионе от солнечного излучения, получение которой экономически оправдано для региона при существующем уровне цен на энергию, получаемую от традиционных источников, и соблюдении экологических норм [4-5].

Экономический потенциал солнечной энергии представляет сумму экономических потенциалов составляющих его зон. Для каждой зоны используются следующие данные:

- экономический потенциал тепловой энергии от солнечного излучения; экономический потенциал электроэнергии от солнечного излучения; срок окупаемости солнечной энергетической установки; срок службы солнечной энергетической установки; экономический эффект использования солнечных энергетических установок; экономический эффект использования солнечных тепловых

коллекторов; экономический эффект использования солнечных фотоэлектрических установок; среднегодовая температура окружающей среды в дневное время (время работы солнечных установок);

- среднемесячная температура окружающей среды в течение i -го месяца, в дневное время (время работы солнечных установок); удельная стоимость солнечной установки; региональный экологический фактор источника солнечной энергии; региональный фактор традиционного источника энергии; удельная стоимость производства энергии от традиционного источника; региональный фактор стоимости энергии от традиционного источника; годовой дефицит энергии в регионе или годовая дополнительная потребность промышленного производства в энергии; удельная цена потерь от недостатка энергии или удельная стоимость ценностей, производимых промышленностью; суточная норма потребления горячей воды на одного человека в быту; норма средней электрической мощности на одного человека, необходимой для удовлетворения основных бытовых потребностей.

На рисунке 5 представлены временные изменения падающей солнечной радиации на поверхность фотомодуля от угла наклона. Приведены вольт-амперная характеристика и мощность (10,20,30,40 Вт) солнечного модуля от интенсивности солнечного излучения (20,40,60,100 мВт/см²) с показателями: $S=0,37$ м²; $\eta_r=16\%$; $\eta_n=10\%$; $P_n=35$ Вт; $U_{xx}=21,7$ В; $I_{к3}=2,74$ А; ; $U_p=15,4$ В; $I_p=2,27$ А.

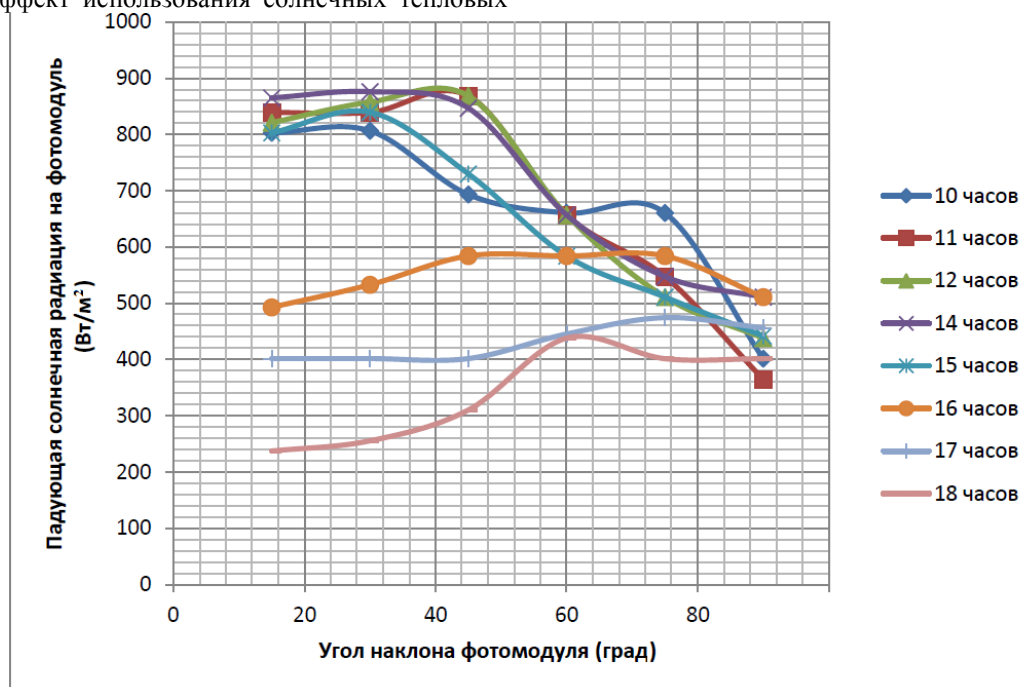


Рис.5. Временные изменения падающей солнечной радиации на поверхность фотомодуля

На рисунке 6 приведены результаты расчета от использования солнечно-энергетического фотомодуля в Юго-Восточных Каракумах и его ожидаемый экологический потенциал сокращения выбросов различных вредных веществ в окружающую среду при использовании солнечной фотоэлектрической станции при годовой выработке с 1 кв. м -

248,5 кВт ч/год при этом составит: экономию расхода топлива - 99,4 кг у.т./год, сокращение диоксида серы SO_2 - 2,06; оксид азота NO_x - 1,11; оксид углерода CO - 0,144; метан CH_4 - 0,303; двуокись углерода CO_2 - 158,9; твердых веществ - 0,216 кг/год; соответственно преобразования в тепловую энергию - 1296,8 кВт ч/год, экономия расхода топлива 518,7

кг у.т./год, сокращение SO_2 – 10,78; NO_x – 5,8; CO – 0,754; CH_4 – 1,58; CO_2 – 829,34; твердых веществ – 1,13 кг/год.

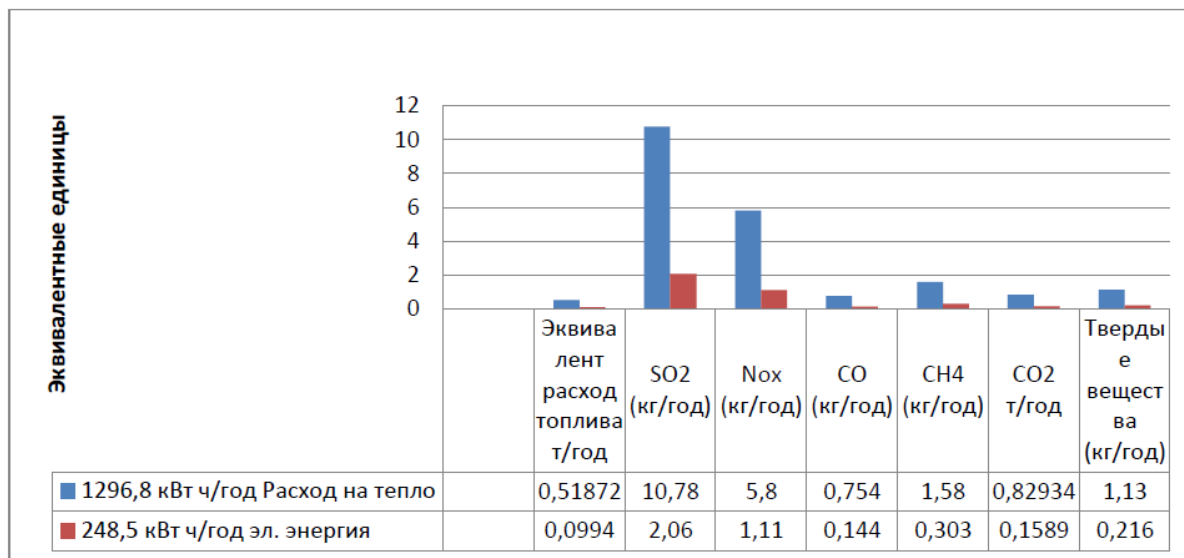


Рис. 6. Экологический потенциал сокращения вредных веществ от преобразования солнечной энергии в тепловую, электрическую в течение года

Учитывая результаты вышеизложенных расчетов, использование солнечных энергетических установок в пустынной зоне Туркменистана позволит решать энергетические и социально-экономические проблемы регионов, удаленных от централизованных энергосистем, а также отдельных удаленных поселков, населенных пунктов, объектов дайханских и пастбищных хозяйств, формально находящихся в зонах централизованного энергообеспечения, но экономически труднодоступных. Другим существенным фактором использования солнечных энергетических установок даст возможность сохранения экологической безопасности и улучшения экосистемы.

Заключения.

1. Солнечно-радиационный режим меняется в зависимости от времени года в пределах от 200-900 Вт/м²; в летние месяцы солнечное сияние регистрируется в основном от 4 до 20 час.; в 9-10 часов радиационный режим излучения близка к максимуму, а 16-17 часов отмечается ее резкое уменьшение; высота солнца в полдень зимой в декабре месяце не опускается ниже 26-32°, а летом в июне достигает 72-76°; незначительная нижняя облачность снижается поступлением прямой солнечной радиации всего на 27-35% от возможной и в то же время увеличивает рассеянную радиацию на 25-40%; продолжительность солнечного сияния летом достигает 390-400 часов в месяц, что составляет 95-97% возможной продолжительности, эти результаты позволяют использовать солнечную энергию для решения проблемы обеспечения электроэнергией и улучшения социально-бытовых условий населения поселков, пастбищных хозяйств удаленных от централизованного электрогазотеплоснабжения.

2. На основании теоретических исследований и методических расчетов солнечно – энергетических ресурсов с учетом интенсивности солнечного излучения, альbedo, географических, климатических и неблагоприятных погодных условий получены энергетические потенциалы на 1 квадратный метр составляет: валковый потенциал - 1895,9 кВт ч/ м² год; технический потенциал преобразования в тепловую энергию - 1296,8 кВт ч/ м² год, в электрическую энергию - 248,5 кВт ч/ м² год.

3. Техничко-экономические и теоретические расчеты экономического потенциала позволят составить технико-экономическое обоснования, для проектирования и строительства солнечно-энергетических установок, станции, сооружений и других объектов для внедрения в пустынной зоне. Полученные солнечно-энергетические расчеты дают возможность сэкономить с одного квадратного метра органического топлива от преобразования его в тепловую - 518,7 кг у.т./год; в электрическую энергию – 99,4 кг у.т./год.

4. Из экспериментальных исследований выявлено при увеличении рабочей температуры происходит уменьшение КПД. В основном это вызвано линейным падением напряжения холостого хода из-за резкого экспоненциального роста обратного тока насыщения и соответствующим уменьшением коэффициента заполнения и нагрев фотоэлементов солнечным излучением сопровождается снижением рабочего напряжения каждого фотоэлемента со скоростью 0,002 В на каждый градус свыше 25 градусов С. Если, модуль состоит из 36 элементов нагреется под солнечными лучами до 60 градусов, что на 35 градусов больше наружной температуры, при этом снижение рабочего напряжения составит 2,52 В.

5. КПД фотопреобразователей зависит от параметров излучения и рабочей температуры, то при точном расчете электроэнергии, вырабатываемой фотопреобразователями в реальных наземных условиях переменного солнечного излучения из-за облачности и различного времени года, суток и угла наклона, а также переменных температур окружающей среды, изменения КПД, зарядка и разрядка аккумуляторов в процентном соотношении графически показан на рисунке 11. На основании экспериментальных теоретических исследований следует помнить, что ток солнечных батарей не должен превышать зарядный ток аккумуляторов. Две последовательно включенные солнечные батареи на напряжение 9 В не смогут обеспечить полную зарядку аккумуляторной батареи. Они лишь ее подзарядят до уровня не более 20% от необходимого заряда (см. рис.). Однако подключенная к 11-вольтовой аккумуляторной батарее солнечная батарея с фотоЭДС 18 В поможет «разгрузить» режим работы этой аккумуляторной батареи.

6. Теоретические расчеты определения оптимального угла наклона β для условий Юго-восточных Каракумов с учетом реального поступления солнечной энергии включает определение полного потока солнечной энергии на наклонную поверхность в течение периода времени года, расчеты показывают наиболее эффективное значение $\beta=60^\circ$ для января, февраля, ноября, декабря; $\beta=30^\circ$ с апреля по сентябрь; $\beta=45^\circ$ - март, октябрь и они подтверждены экспериментально. На основании, которых подготовлена патентное предложение на способ определения угла наклона при использовании фотомодулей для регионов Туркменистана.

7. Предложены обоснованные рекомендации по созданию, разработке и использованию мобильной солнечной фотоэлектрической станции в пустынной территории Туркменистана, с учетом зарядки и разрядки аккумуляторов для стрижке овец, энергоэффективности с выявленными неблагоприятных дней Юго-Восточных Каракумов. В дальнейшем на базе этих модулей планируется создание мобильную автономную солнечную энергетическую станцию для обеспечения электричеством чабанские домики рассчитанную на одну семью, которая значительно улучшить социально-бытовые

условия жителей отдаленных поселков, они смогут пользоваться различными электробытовыми приборами (холодильник, телевизор, кондиционер, освещение, стрижка овец, электронасос, мобильные телефоны и др.). При этом не требуется сжигание органического топлива при выработке электроэнергии, что значительно скажется на улучшении экологической обстановке местности и на экономические показатели.

Литература:

1. Бердымухамедов Г.М. Государственное регулирование социально-экономического развития Туркменистана. Том 1. А.: Туркменская государственная издательская служба, 2010.

2. Бабаев А.Г. и др. Физическая география Туркменистана: Учебное пособие. А.: Туркменская государственная издательская служба, 2014.

3. Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К. Солнечная энергетика. М: МЭИ, 2008. - 276 с.

4. Пенджиев А.М. План действия и стратегия внедрения в возобновляемую энергетику // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». 2013. № 16 (138). С.39-602.

5. Стребков Д.С., Пенджиев А.М., Мамедсахатов Б.Д. Развитие солнечной энергетике в Туркменистане. Монография. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012.

Literature:

1. 1. Berdymukhamedov G.M. State regulation of social and economic development of Turkmenistan. Volume 1. A: Turkmen State Publishing Service, 2010.

2. 2. Babaev AG et al. Physical Geography of Turkmenistan: Textbook. A. : Turkmen State Publishing Service, 2014.

3. 3. Vissarionov VI, Deryugina GV, Kuznetsova VA, Malinin NK Solar energy. M: MEI, 2008. - 276 with.

4. 4. Pendzhiev A.M. Action plan and strategy for introduction into renewable energy // International Scientific Journal "Alternative Energy and Ecology". 2013. No. 16 (138). P.39-602.

5. 5. Strebkov DS, Pendzhiev AM, Mamedsakhmatov BD Development of solar energy in Turkmenistan. Monograph. Moscow: GNU VIESH, 2012.