

СТАТЬЯ НОМЕРА  
MAIN FEATURE

УДК : 338.43.02

DOI: 10.18413/2409-1634-2018-4-3-0-1

Пенджиев А.М.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ РАЗВИТИЯ  
ФОТОЭНЕРГЕТИКИ: СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт,  
Гунеш 4/1 м. Бикрова, Ашхабад-32, 744032, Туркменистан,  
*ampenjiev@rambler.ru*

**Аннотация**

В статье рассмотрены проблемы связанные с производством кремния из каракумского песка, которые представляют инновационные направления развития механизма высокоочищенного нанокремния из Туркменского кварца. Проведен социально-экологический и экономический анализ развития фотоэнергетики в Туркменистане, представлены технологические характеристики полученного поликристаллического кремния из каракумского кварцевого песка. Выявлены негативные влияния технических устройств солнечной энергетики в земной поверхности на людей и окружающую среду и предложены варианты их решения.

**Ключевые слова:** фотоэнергетика, традиционные источники энергии, штрафные санкции, структура стоимости, объем производства.

A. M. Pendzhiev

STRATEGIC REFERENCE POINTS OF DEVELOPMENT  
OF PHOTOPOWER: SOCIALLY – THE ECONOMIC  
AND ECOLOGICAL ANALYSIS

Turkmen State Institute of Architecture and Construction, 4/1 Gunesh St., Bikrov,  
Ashkhabad-32, 744032, Turkmenistan  
*ampenjiev@rambler.ru*

**Abstract**

In article the problems connected with silicon production from the Kara Kum sand which represent the innovative directions of development of the mechanism of high cleaning nanosilicon from the Turkmen quartz are considered. The social-and-ecological and economic analysis of development of photopower in Turkmenistan is carried out, technical characteristics on the received polycrystalline silicon from the Kara Kum quartz sand are presented. Negative impacts of technical devices of solar power in the land surface on people and the environment are revealed and versions of their solution are proposed.

**Key words:** photoenergy, traditional energy sources, penalties, cost structure, production volume.

**Введение.**

Актуальность проблемы. Обращаясь к участникам международной научной конференции «Инновационные технологии в использовании возобновляемых источников энергии» 3 декабря 2014 году Президент Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедов сказал: «Внедрение в производство возобновляемых источников энергии даст возможность находить научные решения, связанные с главными вопросами современной жизни человечества, – изменением климата на Земном шаре, благоприятной экологией, обеспечением энергетической безопасности в мире. Мы относимся к этим вопросам, как к приоритетным направлениям внутренней и внешней политики нашей страны. В настоящее время наша страна в качестве крупной энергетической державы направляет свои природные богатства, энергетические ресурсы и экономический потенциал на обеспечение национального, регионального и мирового развития, поддержку и укрепление мира и безопасности на Земле» [1].

По сравнению с другими возобновляемыми видами энергетики солнечная энергетика, является наиболее экологически чистым видом энергии и на территории Туркменистана солнечные энергетические ресурсы составляют –  $4 \cdot 10^{15}$  кДж или же  $1.4 \cdot 10^9$  т у.т. в год.

Цель исследования – показать экологические проблемы, связанные с производством кремния из каракумского песка, дать

социально-экономические характеристики солнечной энергетики и перспективы использования фотоэнергетики в хозяйствах Туркменистана.

Научная новизна исследования заключается в полученных экономических, социально-экологических и технологических научных результатах производство полупроводниковых материалов из каракумского кварцевого песка, которые дадут новое инновационное направление механизме чистого развития при получении высокоочищенного нанокремния из туркменского кварца.

**Основная часть**

**Социально-экологические характеристики фотоэнергетики.** Если рассмотреть всю технологическую линию получения полупроводниковых материалов, то полностью наносимый вред воздействия на человека и окружающую среду практически не возможно.

Для учета отрицательного влияния различных типов энергетических установок на окружающую среду в настоящее время имеются несколько различных методических подходов [4, 7, 14].

В качестве примера в таблице 1 представлены характеристики штрафных экологических баллов для различных видов использующих энергоисточников, которые дают возможность учета безразмерного количественного отрицательно влиявших на окружающую среду.

Таблица 1

**Штрафные экологические баллы для различных видов топлива при получении электроэнергии в энергетических станциях**

Table 1

**Penal ecological points for different types of fuel when receiving the electric power in power stations**

Топливо/технология	Штрафные экологические баллы
Бурый уголь	1735
Нефтяное топливо	1398
Каменный уголь	1356
Ядерное топливо	672
Солнечные фотоэлектрические элементы	461
Природный газ	267
Ветер	65
Малые ГЭС	5

Приведённые штрафные баллы в таблице 1 были рассчитаны с учетом следующих факторов воздействия на нашу биосферу: глобального потепления земной поверхности, истощения органических веществ, выработки зимнего и летнего смога, отработанные промышленные, радиоактивные отходы и их радиоактивности выбросов, а также истощения традиционных источников энергии, работающие на органическом топливе. Экологические штрафные баллы, оцениваются по результатам количеству штрафных баллов при получении производства электричества, чем больше баллов, тем больше наносит вредное воздействие на окружающую среду.

Как видно по штрафным экологическим баллам солнечные фотоэнергетические установки (СФЭУ) и их эксплуатационные характеристики наносит не значительный вред на окружающую среду. Поэтому по сравнению с другими возобновляемыми видами энергетики солнечная энергетика, является наиболее экологически чистым видом энергии.

В целом производство различных полупроводниковых материалов является экологически и социально весьма опасным по следующим показателям: 1 – наиболее опасными химическими элементом, является кадмий Cd, Ga, As и Te. Среди них более изучен кадмий, который значительно наносит вредное воздействие на здоровье человека, в мире на него введен запреты по использованию даже в бытовых условиях это микробатарейки и аккумуляторы. Длительное вдыхание паров кадмия приводит к легочным или же бронхиальным заболеваниям, и может привести летальному исходу. Постоянное воздействие кадмия на организм хотя и в малых дозах он накапливается в легких, почках, в итоге приводит различным заболеваниям, даже размягчение и деформация костного состава скелета; 2 – весьма токсичны и некоторые селеновые соединения – SeH, SeO<sub>2</sub>. Эти соединения отрицательно влияют на дыхательные органы. В США отработанные свой срок или отбракованные солнечные фотомодулей на основе CuInSe<sub>2</sub> и CdTe показали, что если

CuInSe<sub>2</sub> из них удовлетворяют требованиям американского Агентства по защите окружающей среды, то CdTe – нет, так как в них уровень кадмия превышает допустимую норму в 8-10 раз. Поэтому выработавшие свой ресурс солнечные модули на основе CdTe классифицируются как потенциально ядовитые отходы и по возможности возвращаются к их изготовителям, там перерабатывается аналогично, как отработавшие элементы ТВЭЛ-ами на АЭС.

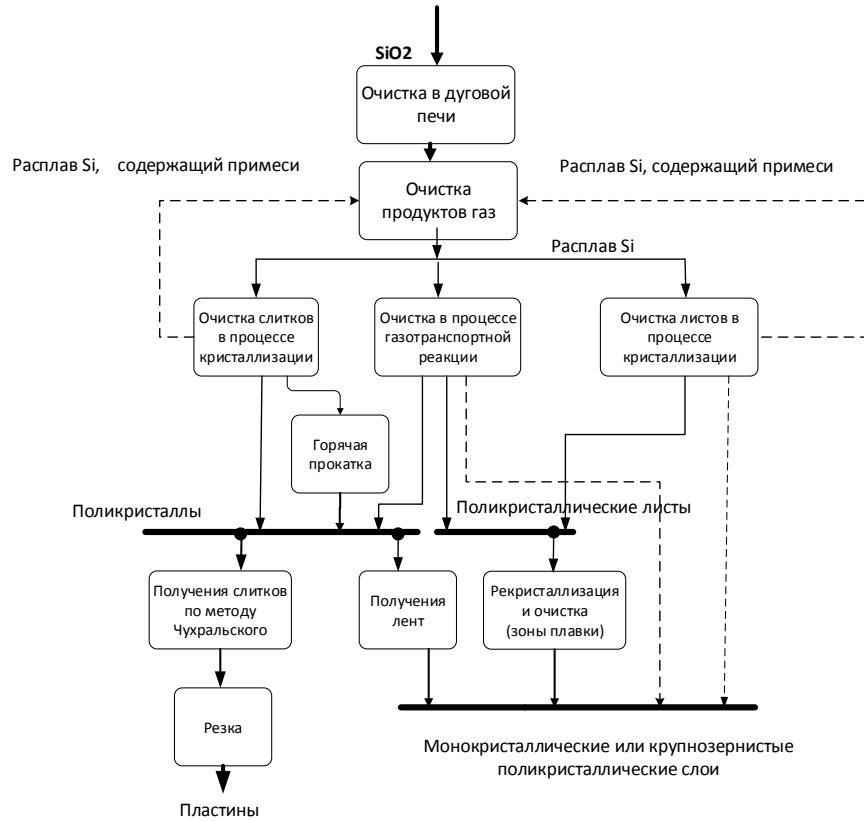
Исходя из этого в ряде странах мира, осуществляют жесткие контроль и требования к производству полупроводниковым материалам и установкам на их основе, к их хранению, транспортировке и ликвидацию вредных веществ. При производстве СФЭУ, ограничивается контакты персонала с этими вредными веществами, разрабатывается план действия в случае нештатных технологических аварийных ситуациях, а также предусматривается программа ликвидации производственных отходов, отработавшие свой срок или бракованных СФЭУ [6, 8].

Учитывая выше приведённых социально-экологических характеристики производство полупроводниковых кремневых изделия, обязательно должно полностью автоматизированным и размещены вдали от населенных пунктов. Но при этом должны быть приняты и все необходимые специальные меры экологической защиты самого производства. Сама эксплуатация и использования солнечных фотоэлектрических элементов, установок, то она практически безопасна.

**Технологические характеристики фотоэнергетики.** Для наглядности из выше сказанного о вредности самого производства солнечных элементов. В таблице 2 приведены пять основных технологических этапов получения высокочистого поликристаллического кремния. На рис. 1 представлена непрерывная технологическая схема процессе очистки и производства монокристаллического или крупнозернистого поликристаллического листового кремния для изготовления солнечных элементов [2, 13, 19].

Среди приведённых данных в таблице 2 перспективным считается применение химического взаимодействия кремния с четырехфтористым кремнием. При этом технологический процесс извлечения

кремния реализуется из расплава, его очистки и химического осаждения из паровой фазы в течение одной стадии процесса.



**Рис.** Технологическая схема очистки кремния, для изготовления солнечных фотоэлектрических преобразователей

**Fig.** The technological scheme of purification of silicon, for production of solar photo-electric converters

Таблица 2

**Основные этапы технологического процесса получения высокоочищенного поликристаллического кремния из ископаемого кремнезема SiO<sub>2</sub>**

Table 2

**Main stages of technological process of receiving high cleaning polycrystalline silicon of fossil SiO<sub>2</sub> silicon dioxide**

Этапы	Исходный материал	Технологический процесс	Результирующий материал
1.	Кремнезем SiO <sub>2</sub>	Восстановление кремния в дуговой печи коксованием	Ферросилициум со степенью чистоты около 98 %
2.	Ферросилициум	Пulверизация, взаимодействие с соляной кислотой	Хлорсилан
3.	Хлорсилан	Частичная перегонка	Обычный SiHCl <sub>3</sub>
4.	Обычный SiHCl <sub>3</sub>	Частичная перегонка	Высокоочищенный SiHCl <sub>3</sub>
5.	Высокоочищенный SiHCl <sub>3</sub>	Восстановление кремния в процессе пирометрического разложения в присутствии H <sub>2</sub> ,	Высокоочищенный кремний для солнечного элемента с содержанием примесей менее 10 <sup>-9</sup>

Современные методы получения пластин и листов кремния весьма многочисленны. Основным направлением здесь, является оптимизация путей получения поликристаллического и монокристаллического кремния, с высоким КПД.

Солнечные монокристаллических фотопреобразователи в промышленности позволяет производится по технологической стандартной форме круглые с диаметром 7,5 см, псевдопрямоугольной формы размером до 2×8 см. В основном для выращивания кристаллов используется метод Чохральского, резко полученных кремневых материалов осуществляется алмазной лентой. При шлифовки образуется абразивный порошок и пыль кремния, кадмия и арсенидные соединения, которые является очень вредным для здоровья человека. На рис. 1 приведена технологическая схема очистки кремния, для изготовления солнечных элементов [2, 10, 13].

Таким образом, сам технологический процесс производства солнечных фотоэлектрических преобразователей, их хранения и утилизации, является вредным для человека и окружающей среды. Для внедрения в производство необходимо учесть экономическую рентабельность, экологическую обоснованность и крупномасштабность, которая требует больших капитальных и материальных затрат. Необходимо также учитывать работы по разведыванию ресурсов, добыче кремнезема и изъятию земель из хозяйственного производства, учитывать социально-экологические условия каждого региона страны.

По масштабу солнечные энергетические станции занимает много площади причиной, которой является высокая рассеянность поступления солнечного излучения на земную поверхность. В таблице 3 приведены экспертные оценки землеемкости в сравнения с другими типами энергетических установок и станции.

Таблица 3

**Землеемкость разных типов энергетических установок**

Table 3

**Zemleemkost of different types of power stations**

Тип	Биоэнергетические	ГЭС	ВЭС	Солнечный пруд	Гео-ТЭС	АЭС	СФЭУ	ТЭС без топливной базы	БСЭС
Землеемкость, га/МВт	20	10	10	8	1,9	0,65-2,0	1-1,6	1,17	1,1

Из таблицы 3 видно, что получение 1 МВт энергии из башенной солнечной энергетической станции (БСЭС) для ввода в действия потребуется 1,1 га земли, на солнечную фотоэлектрическую установку – от 1,0 до 1,6 га, на солнечные пруды – до 8 га, что очень ощутимо скажется для густонаселённых регионов любой страны. Сами солнечно-энергетические станции (СЭС) являются значительно материалоемкими (металл, стекло, бетон и т.п.).

Солнечные пруды при эксплуатации, способствует загрязнению почвы и подзем-

ных вод с химически активными растворами солей.

При эксплуатации БСЭС, а также СФЭС происходит заметное изменение природно-климатические условия местности, в том числе заметно изменение почвенные условия, флоры и фауны, циркуляция воздухообмена вследствие затенения земной поверхности, с одной стороны, и нагрева воздуха массы – с другой. В связи этим меняется температурно-влажностный баланс местности, а это влияет на направление и величину ветрового потока. Использование



СЭС с концентраторами солнечного излучения высока вероятность опасность перегрева и возгорания самих приемных систем при получении энергии от высокой концентрации солнечного излучения (СИ).

Низкий КПД преобразования солнечного излучения в электроэнергию с концентраторами ведет к появлению проблем, связанных с охлаждением конденсата. Если сравнить тепловые выбросы в атмосферу от СЭС более чем в два раза превышают аналогичный сброс от тепловых электростанции (ТЭС).

Использования низкокипящих жидкостей и их утечка из СЭС так же может привести к загрязнению окружающей среды – почвы, подземных и питьевых воды в регионе. При этом особо опасным является жидкости с химическими соединениями,

такие как нитриты и хроматы, которые являются очень токсичным и опасным веществом.

В таблице 4 приведены ключевые значения эмиссионных выбросов на окружающую среду, которые рассчитаны по глубокому циклу производства электроэнергии, от разных видов энергетических источников, использующих для получения электричества на разных видах энергетических станциях.

Из приведенных в табл. 3 и 4 данных следует, отметить солнечные фотоэлектрические установки, а также солнечные тепловые станции обладают заметными преимуществами по сравнению с традиционными видами электростанций, использующими органические источники энергии [3, 11].

Таблица 4

**Эмиссии различных электростанций по полному циклу производства электроэнергии (г/кВт ч)**

Table 4

**Issues of various power plants on a full cycle of electricity generation (g/kW of the h)**

Виды электростанции	Эмиссионные выбросы		
	CO	SO	NOx
Большие ГЭС	9	0,03	0,07
Малые ГЭС	3,6-11,6	0,009-0,024	0,003-0,006
Солнечные фотоэлектростанции	98-167	0,20-0,34	0,18-0,30
Солнечные тепловые станции	26-38	0,13-0,27	0,06-0,13
Ветроэлектростанции	14,9	0,02-0,09	0,02-0,06
Геотермальные станции	79	0,02	0,28
Электростанции на угле	1026	1,2	1,8
Электростанции на природном газе (комбинированный цикл)	402	0,2	0,3

Все вышесказанное относится солнечным электростанциям наземного вида. Однако при перемещении солнечную электростанцию (СЭС) в космическое пространство не избавляет солнечную энергетику от решения связанных с ней социально-экологических проблем, определяемых сложностью технологического процесса передачи энергии с космоса земному потребителю. С помощью сверх высокой частоты (СВЧ) излучения в пределах от 2,4 до 2,5 ГГц и длиной волны от 10 до 12 см, а так же

при использовании лазерного лучение в оптическом диапазоне.

Экспертные оценки показывали, что для передачи 5 ГВт на земную поверхность с космического пространство СЭС с содействием СВЧ-излучения потребуется антенна – с размером излучателя в диаметре одного км; ректенна на земной поверхности с диаметром до 12 км и размешенным на экваторе. С учетом всех технологических процессов преобразования постоянного тока в переменный на использования потребует-

ся занять от 250 до 270 км<sup>2</sup>земляную площадь.

Передача с помощью СВЧ больших мощностей лучей может привести к изменению распределения заряженных частиц ионосферы и, как следствие, к изменению условия распространения телекоммуникационных, спутниковых связях, что приведет к помехам в радиоволнах, радиотелесвязях.

СВЧ-пучок и особенно его высокочастотная составляющая сильно будет поглощать молекулы воды и кислорода, что приведет к локальному нагреву атмосферы и антропогенной нагрузке изменению климата в местах прохождения СВЧ-пучка.

СВЧ-излучение будет оказывать отрицательное влияние на работу бортовых электронных оборудований, космических станции, спутников и летательных аппаратов.

СВЧ-излучениеи лазеры, непосредственно, так же окажет негативно влияниена озоновый слой земной поверхности.

По сравнению с СВЧ-излучением лазерный луч займет меньшую площадь для антенн и ректенн. Однако мощные лазерные лучи с большим КПД не совпадают по несущей частоте, которые позволяют эффективно преобразовать солнечное излучение в электрическую энергию. На пропускную способность лазерного изменения в атмосфере существенно влияют облачность и аэрозольность.

Отрицательное влияние космических солнечных электрических станции(КСЭС) на биосферу и здоровье людей, необходимо будет решить следующие проблемы: само строительство космической солнечной электрической станции его сборка и производство производит на Земле; подготовка высококвалифицированных специалистов для технологической работы в космическом пространстве; разработка конструкции, строительство специальных грузовых ракет для транспортировки в космическое пространство; разработка различных технологических оборудований для передача электроэнергии потребителю с помощью СВЧ-излучения или лазеров.

Все эти перечисленные проблемы, имеют место при развитии космической солнечной энергетики, влияют на все биологические процессы на биотехносферу, на нижнюю часть атмосферы (топосферу), на верхние слои атмосферы, на ионосферу и магнитосферу Земли.

Возможные отрицательные воздействия СВЧ-излучения на человека, биоразнообразие и окружающую среду пока еще не достаточно изучены и полностью не идентифицированы из-за низкого уровня развития отрасли космической солнечной энергетики.

Однако перечень этих воздействий на биосферу уже сегодня может быть представлен следующим образом: длительное воздействие СВЧ-излучения малой плотности на биотехосферу; действие космической радиации на здоровье людей и биоразнообразие; воздействие продуктов сгорания ракетных топлив и мощного СВЧ-излучения на верхние слои атмосферы повышения парникового эффекта; влияние нагрева и другие антропогенных нагрузок на возмущения ионосферы от продуктов сгорания и СВЧ-излучения; помехи от СВЧ-излучения наземным телекоммуникационными космическим аппаратным радиотехнической системы связи.

Поскольку космическая солнечная энергетика еще более наука, техноёмкая и материалоемкая по сравнению наземными СЭС, а так же они ограничены по территории. Развитие и строительство КСЭС приводит решения принципиально новых проблем в плане социально-политического и международно – правового характера, в том числе: использования значительные объемы природного сырья. Например, для получения 10 ГВт мощности на КСЭС потребуется использовать один миллион тонн алюминия это примерно 13 % запасов США, или же 0,08 % мировых запасов. Расход кремния составит 15-30 тыс. т, энергозатраты на создание КСЭС в 10 ГВт составит около 300 ТВтч на Земле, для небольшой КФСЭС в 500 МВт потребуется переместить в космос около 8 тыс. т солнечных батарей при

общей массе КФСЭС в 12 тыс. т; большое количество закупка сырья, разработка нанокпозиционных материалов, подбор нового экономичного ракетного топлива и т.п.; отведения больших площадей Земли для космодрома и ректенные запретной зоной территорией для нормального проживания людей около этих объектов. Например, для передачи 10 ГВт по СВЧ-излучению на Земле нужна ректенна диаметром 8 км и диаметром 16 км запретной территории для самолетов, птиц и т.п.; высокая шумовая нагрузка на окружающую среду при частых запусках космических ракет; новые международные соглашения в геополитике об использовании КСЭС; вероятности избежание военного применения КСЭС, террористических актов, атак и т.п.

Однако из результатов аналитического обсуждения, как это и было отмечено выше, в целом можно констатировать негативное влияние технических устройств солнечной энергетики в земной поверхности на людей, биоразнообразие и окружающую среду намного меньше, чем у других видов энергетики КСЭС и, особенно по сравнению с традиционными томными, тепловыми и гидростанциями.

#### **Заключение. (Conclusions).**

Привидение научно обоснованные результаты, рассмотренные социально-экологические и экономические анализы развития фотоэнергетики в Туркменистане и технологические характеристики получения высокочистого поликристаллического кремния из каракумского кварцевого песка. В условиях рыночного хозяйствования перевод топливно-энергетического комплекса на интенсивный путь развития инновационными совершенствованиями и индустриализациями структуры приведет ускорению роста производительных сил и устойчивому механизму чистого развития Туркменистана.

С учетом экологически безопасной автоматизированной инновационной технологической схемой с высокой очистки кремния, для изготовления солнечных фотоэлектрических преобразователей, основанной на использовании туркменского кварца высо-

кой чистоты даст новое направление улучшения индустриализации устойчивого развития Туркменистана.

Рассмотрены землеемкость разных типов энергетических установок и экологические штрафные баллы для различных видов употребляемого источника электрической энергии. Охарактеризованы вредные выбросы различных электростанций по полному циклу производства электрической энергии, цены электроэнергетики и удельные капитальные вложения традиционных и нетрадиционных электрических станций за рубежом. Оценены структура стоимости и объема производства, солнечных фотоэлектрических модулей в мире в настоящее время и в будущем. Приведены вредные выбросы в окружающую среду различных электрических станции станций по полному циклу производства электрической энергии.

#### **Список литературы**

1. Бердымухамедов Г.М. Государственное регулирование социально-экономического развития Туркменистана. Том 1. А.: Туркменская государственная издательская служба, 2010. 468 с.
2. Арбузов Ю.Д., Евдокимов В.М. Основы фотоэлектричества. Fundamentals of Photovoltaics. М.: ГНУВИЭСХ, 2007. 292 с.
3. Безруких П.П. Экономические проблемы нетрадиционной энергетики // Энергия: экономика, техника, экология, 1995. №8, с. 17-25.
4. Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К. Солнечная энергетика. М.: Издательский дом МЭИ, 2008. 276.
5. Капица С.П. Энергетика и экономика человечества. //Альтернативная энергетика и экология, 2009. №9, с.10-12.
6. Козлов В.Б. Энергетика и природа. М.: Мысль, 1982. 92 с.
7. Кириллин В.А. Энергетика сегодня и завтра. М: Педагогика, 1983. 96 с.
8. Пенджиев А.М. Изменение климата и возможности уменьшения антропогенных нагрузок. Saarbrucken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 168 с.
9. Стребков Д.С., Пенджиев А.М., Мамедахадов Б.Д. Развитие солнечной энергетики в Туркменистане. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012. 498 с.



10. Стребков Д.С. Матричные солнечные элементы. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2009. Т. 1 – 118 с, т. 2 – 227 с, т. 3 – 310 с.

11. Бизнес и инвестиции в области возобновляемых источников энергии в России. // Труды Международного конгресса / Под ред. А.Б. Яновского, П.П. Безруких. М.: НИЦ «Инженер», 1999. 404 с.

12. Парниковый эффект, изменение климата и экосистемы. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 204 с.

13. Технологии и оборудование возобновляемой энергетики. Каталог. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2005. 40 с.

14. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России. М.: Наука, 2003.-314 с.

15. Sun and Wind Energy, 7/2010. p. 8.

16. Renewable Energy Focus, March/April 2011, p. 1, 4. 52-54.

17. Photon International, March 2011. p. 1. 186.

18. Sala G., Arboiro J.C., Luque A., Anton I. et al. 480 kW peak Concentrator Power Plant using EUCLIDESTM Parabolic Trough Technology, 1998.2nd WC PV SEC, Vienna.

19. CarretHering. Shot in the dark // Photon International May 2011, p. 40-42.

20. JuttaBlume. Equation with several unknowns. // Sun and Wind Energy, 6/2011. p. 18.

### References

1. Berdimuhamedov G.M. State regulation of social and economic development of Turkmenistan. Volume 1. And.: The Turkmen public publishing service, 2010.468 with.

2. Arbuzov Yu.D., Evdokimov V.M. Photoelectricity. FundamentalsofPhotovoltaics bases. М.: GNUVIESH, 2007.292 pages.

3. Armless Items. Economic problems of nonconventional power//Energy: economy, equipment, ecology, 1995. No. 8, page 17-25.

4. Vissarionov V.I., Deryugina G. V., Kuznitsova VA., Malinin N.K. Solar power. М.: MEI publishing house, 2008. 276.

5. Kapitsa S.P. Power and economy of mankind. // Alternative power engineering and ecology, 2009. No. 9, page 10-12.

6. V.B. Energetik's goats and nature. М.: Thought, 1982. 92 pages.

7. Kirillin V. A. Power today and tomorrow. М: Pedagogics, 1983. 96 pages.

8. Pendzhiyev A.M. Climate change and possibilities of reduction of anthropogenic loadings.Saarbrucken, Germany: LAP LAMBERT AcademicPublishing, 2012. 168 with.

9. Strebkov D.S., Pendzhiyev A.M., Mamedakhadov B.D. Development of solar power in Turkmenistan. М.: I BEND VIESH, 2012. 498 pages.

10. Strebkov D.S. Matrix solar elements. М.: I BEND VIESH, 2009. Т. 1 – 118 with, т. 2 – 227 with, т. 3 – 310 pages.

11. Business and investments in the field of renewables in Russia.//Works of the International congress / Under the editorship of A.B. Yanovsky, P.P. Bezruky. М.: Research Center Inzhener, 1999. 404 pages.

12. Greenhouse effect, climate change and ecosystems. L.: Gidrometeoizdat, 1989. 204 pages.

13. Technologies and equipment of renewable power. Catalog. М.: I BEND VIESH, 2005. 40 pages.

14. Resources and efficiency of use of renewables in Russia. М.: Science, 2003.-314 pages.

15. Sun and Wind Energy, 7/2010. p. 8.

16. Renewable Energy Focus, March / April 2011, p. 1, 4. 52-54.

17. Photon International, March 2011. p. 1. 186.

18. Sala G., Arboiro J.C., Luque A., Anton I. et al. 480 kW peak Concentrator Power Plant using EUCLIDESTM Parabolic Trough Technology, 1998.2nd WC PV SEC, Vienna.

19. CarretHering. Shot in the dark // Photon International May 2011, p. 40-42. 20. JuttaBlume. Equation with several unknowns. // Sun and Wind Energy, 6/2011. p. 18.

### Информация о конфликте интересов:

авторы не имеют конфликта интересов для декларации.

**Conflicts of Interest:** the authors have no conflict of interest to declare.

**Пенджиев Ахмет Мырадович**, доктор сельскохозяйственных наук, академик МАНЭБ, доцент, г. Ашхабад, Туркменистан

**A. M. Pendzhiyev**, doctor of Agricultural Sciences, Academician of MANEB, Associate Professor