

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ГЕРМАНИИ.

Валентова А.Ю. – специалист естественных наук, старший преподаватель кафедры электроэнергетики и физики Костанайского государственного университета имени А. Байтұрсынова

В статье описывается опыт развития солнечной энергетики в Германии. Анализируются причины, которые привели к бурному росту числа солнечных энергетических установок. Рассмотрены этапы установки солнечной батареи конкретным субъектом. Описан весь путь от расчётов выгодности и возможности технического воплощения конкретного проекта до утилизации отработавших свой срок солнечных элементов. Статья ставила своей целью изучить реальный опыт развития альтернативной энергетики, от юридических и экономических условий развития до реальных проблем, которые возникают в ходе реализации подобной программы. Исследование проведено на основании анализа ряда зарубежных источников и позволило выявить основные условия и предпосылки для развития альтернативной энергетики, с одной стороны, а с другой выявило препятствия, в текущей и отдалённой перспективе, которые затрудняют развитие данной ветви энергетики. Анализ опыта флагмана альтернативной энергетики позволяет выделить основные недостатки солнечной энергетики как источника энергии в обозримой перспективе. Среди существенных недостатков можно выделить такие проблемы как высокая стоимость вырабатываемой энергии, крайне высокая степень токсичности отработавших свой срок солнечных батарей. Если первая из проблем решается с помощью соответствующего закона, который фактически перераспределяет плату за электроэнергию, добываясь выгодности производства «зелёной» энергии за счёт потребителя, то решение второй проблемы пока не найдено.

Ключевые слова: солнечная энергетика, возобновляемые источники энергии.

SOME ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF SOLAR ENERGY IN GERMANY.

Valentova A. Yu. - senior teacher, specialist of natural science, Kostanay State University named after A. Baitursynov

The article describes the experience of the development of solar energy in Germany. The reasons that led to the rapid increase of the number of solar cells are analyzed. The steps of the solar cells by a particular subject are considered. The whole way from the calculations of profitability and the possibility of technical realization of the specific project till the utilization of used-live solar cells is described. The aim of the article is to explore the real experience of the development of alternative energy producing from the juridical and economic conditions till the real-world problems that arise during the implementation of a similar program. The study is based on the analysis of the number of foreign sources and on the one hand allowed to reveal the basic terms and conditions for the development of alternative energy producing, and on the other hand: to identify the obstacles in the current and the long term, which embarrass the development of that source of energy producing in the foreseeable future. The analysis of the experience of the flagship in alternative energy producing allows to identify the main drawbacks of solar power as an energy source on the near future. Among the significant drawbacks there can be distinguished problems such as the high price of [the produced energy and extremely high level of toxicity in the clapped-out solar cells. The first problem can be solved by the relevant law, which effectively redistributes the cost of electricity, achieving profitability of "green" energy production at the expense of the customer, the solution of the second problem is not found.

Key words: Solarenergy, renewableenergysources

ГЕРМАНИЯ КҮН ЭНЕРГЕТИКАСЫНЫҢ КЕЙБІР ДАМУ АСПЕКТІЛЕРІ.

Валентова А.Ю. – маманы, электроэнергетика және физика кафедрасының аға оқытушысы, А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті

Мақалада Германиядағы күн энергетикасының даму тәжірибесі қарастырылған. Күн энергетикалық қондырғының тез өсуіне әкеп соққан себептеріне талдауы жасалған. Күн батареясының нақты пайдаланушы қондырғының кезендері қарастырылған. Есептеулерден бастап нақты жобаның техникалық іске асырылу мүмкіндіктерімен күн элементтерінің мерзімін жұмыс жасап болған соң олардың кәдеге жаратуына дейін жолы қарастырылған. Мақаланың мақсаты баламалы энергетиканың құқықтық және экономикалық даму жағдайлардан нақты

проблемаларға дейін даму тәжірибесінің зерттеуі болып табылады. Зерттеулер шетелдік көздерінің бір қатар талдауы негізінде жасалған және негізгі жағдайларымен баламалы энергетиканың дамуының негізгі жағдайларын табуына бір жағынан мүмкіндік берді және екінші жағынан ағымды және жақын болашақта энергетиканың берілген бұтағының дамуын қиындататын бөгеттерді тапты. Баламалы энергетиканың сардарының тәжірибе талдауы келешекте күш энергетиканың энергия көздері ретінде негізгі кемшіліктерін бөліп алуға мүмкіндік береді. Елеулі кемшіліктер арасында өндірілген энергияның жоғары құны, өз уақыт мерзімін жасап болған күн батареясының ұлдағыштықтың жоғары дәрежесі сияқты проблемаларын анықтауы болып табылады. Егер бірінші проблеманы тұтынушы есебінен «жасыл» энергия өндіру табыстылығының қол жеткізу, электр энергиясының құнын тиімділігін табуы сәйкес заңмен шешілетін болса, онда екіншісінің шешуі әлі табылған жоқ.

Кілтті сөздер: күн энергетикасы, жаңартылған энергия көздері.

Солнце является крупнейшим ресурсом углеродно-нейтральной энергии, который не был полностью использован. [1, с.Е135]Создание и развитие новых технологий в электроэнергетике актуально в настоящее время в связи с тем, что потребление невозобновляемых энергоресурсов по относительно низкой цене происходит гигантскими темпами. Ежегодно в мире потребляется столько нефти, сколько её образуется в природных условиях за 2 миллиона лет. Такое потребление означает, что последующие поколения не смогут получать энергию по столь низкой цене. Это – не единственный фактор, который никак не включается в тарифы на электроэнергию. Второй фактор, который никоим образом не учитывается в тарифе на электроэнергию, но, тем не менее, фактически распределяется на всё общество – это загрязнение окружающей среды. Оно несёт в себе прямые социальные затраты, связанные с неблагоприятным экологическим воздействием электростанций. По существу, эти затраты возможно учесть в «экологическом налоге», включаемом в стоимость энергии, вырученные же средства могут быть использованы для формирования государственного фонда энергосбережения. [2, с.206-207]

Примером подобного дальновидного отношения к проблемам создания новых экологически чистых технологий в электроэнергетике может служить Германия. Наше исследование ставит цель – изучить опыт этой страны в области создания, эксплуатации и утилизации объектов солнечной энергетики.

Возобновляемые источники энергии – это источники, которые во временном масштабе, сопоставимом с человеческой жизнью, доступны для пользования в течение бесконечного периода времени. Строго говоря, Солнце не является возобновляемым источником энергии, однако современные знания указывают на то, что оно продолжит существовать в течение более чем 1 млрд. лет, что практически неограниченное время с нашей, человеческой точки зрения. [3, с.44]

Солнечная энергия является наиболее важным возобновляемым источником энергии. Современная технология обеспечивает средства, позволяющие иметь чистую и недорогую форму энергии посредством эксплуатации фотоэлектрических систем, которые преобразуют солнечную энергию в электрическую. [4, с.228]

В Европейском Союзе рыночные условия солнечной энергетики существенно отличаются от страны к стране. Это связано с различной энергетической политикой, а также особенностями государственных программ поддержки возобновляемой энергии. [5, с.3712]. Немецкий закон о возобновляемых источниках энергии (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG) ввел фундаментальное изменение в энергоснабжение: теперь каждый гражданин может стать производителем энергии. Система сетевых операторов намерена принимать эту электроэнергию и платить фиксированную плату за это. Закон вступил в силу 1 апреля 2000 года, и, очевидно, стал первоначальной искрой мощного импульса развития возобновляемых источников энергии в Германии, а также является новым флагманом для немецкого энергетического сектора. Спустя несколько лет можно увидеть результат: создание независимой, успешной и процветающей индустрии, которая осуществляется видением нескольких предпринимателей, идеями ноу-хау многочисленных малых и средних предприятий и работой инициативных экологических групп. На протяжении многих лет этот закон является одним из наиболее эффективных и наиболее успешных инструментов для продвижения возобновляемых источников энергии.[6, с.2-3]

Закон постулирует три основных принципа:

1) *Защита инвестиций*: благодаря гарантированным льготным тарифам и требованиям соединения. Первоначально, каждый кВт*ч, вырабатываемый из возобновляемых объектов получал льготные фиксированные тарифы. Однако недавно система была изменена, и теперь включает в себя систему рынка премиум. Источники электроэнергии, которые вырабатывают энергию из возобновляемых источников, имеют право приоритета перед поставщиками, которые вырабатывают электроэнергию из обычных источников (атомная энергетика, уголь и газ). Операторы возобновляемой энергетики получают оплату по фиксированному тарифу при продаже своей энергии в сеть в течение 20 лет. [7]

2) *Освобождение от налогов*: продвижение возобновляемой электроэнергии продолжает быть необходимым до сих пор. Стоимость электроэнергии, которую получают из возобновляемых источников, является реальной ценой энергии, в то же время стоимость энергии, получаемой из ископаемых видов топлива, ниже реальной, поскольку не учитывает ущерб окружающей среде, климату и здоровью людей. Нормы вознаграждения поставщикам электроэнергии из возобновляемых источников не являются субсидией: они не финансируются из налогов, а оплачиваются каждым потребителем в качестве дополнительной платы (EEG-Umlage), входящей в счет за электричество. Получается, на всех потребителей распространяется принцип: «кто потребляет больше - платит больше». В 2013 году общая дополнительная плата составила 20,4 млрд. евро. В 2014 году она была установлена на отметке 6,24 центов/кВт*ч. Некоторые сокращения доп. платы применяются для энергетически интенсивной промышленности (так называемая специальная схема выравнивания).[8]

3) *Новаторство посредством снижения льготных тарифов*: Льготные тарифы в Германии постепенно снижаются, что стимулирует энергетические компании и разработчиков новейших технологий. Снижение (т.н. «пропорциональное уменьшение») относится к новым установкам. Таким образом, как можно надеяться, технологии становятся более эффективными и менее дорогостоящими. [9]

Интенсивность солнечного излучения в Германии позволяет получать в среднем 1 кВт*ч в год с 1 квадратного метра солнечного модуля. Причём разница получаемой от Солнца энергии увеличивается от севера страны к югу приблизительно на 10 %. Теоретически расчет дает следующую оценку: 6000 квадратных километров солнечных модулей может покрыть 100% потребности электроэнергии Германии. Это соответствует 2% от общей площади территории, т.е. равно площади всех крыш Германии. Производители солнечных модулей рекомендуют устанавливать их под углом в интервале от 25° до 45° и ориентировать на юг. Отметим, что минимальный модуль требует для установки около 10 квадратных метров поверхности и весит около 100 килограмм. Поэтому производители предлагают различные варианты установки солнечных панелей:

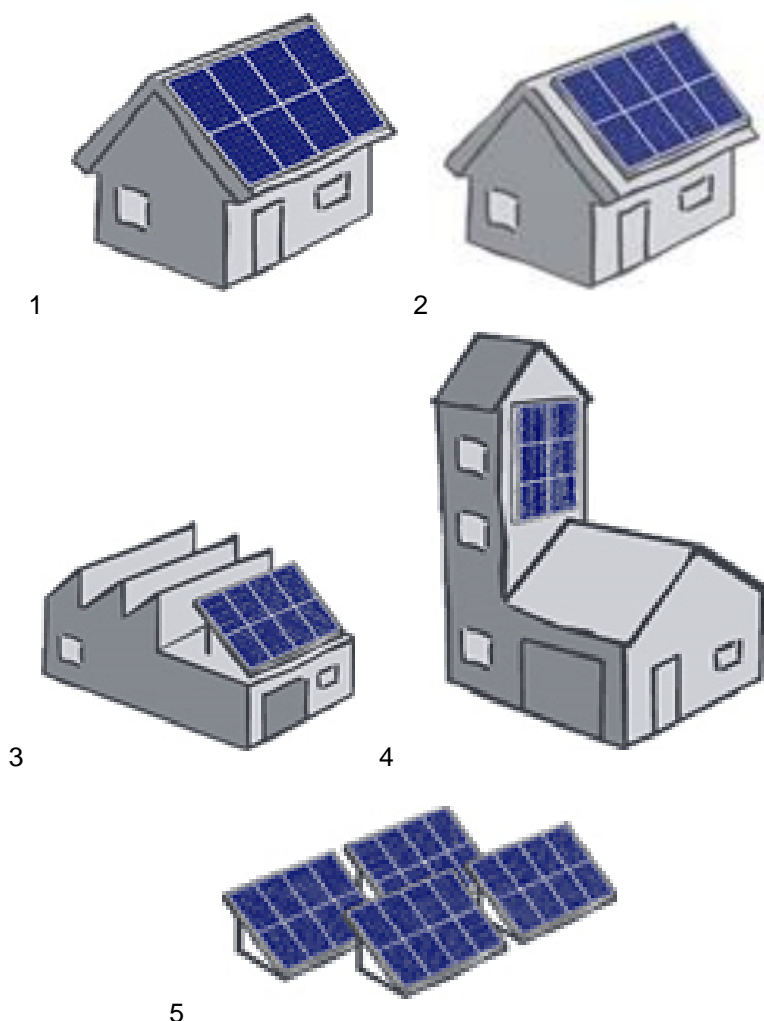


Рисунок 1. Варианты установки солнечных модулей.

1. монтаж на крыше здания, 2. монтаж вместо крыши здания, 3. монтаж на плоской крыше,

4. монтаж в фасаде здания, 5. напольная система

При монтаже на крыше здания (Рисунок 1.1), солнечный модуль устанавливается на специальную монтажную систему на высоте 10 – 15 сантиметров выше кровли. Это обеспечивает хорошую циркуляцию воздуха вокруг модуля, является простым, недорогим и эффективным способом установки практически для любой крыши.

Плюсами интеграции специальных солнечных модулей в существующую кровлю (Рисунок 1.2) является привлекательный внешний вид, а также экономическая выгода от того, что модули фактически выполняют функции крыши. Недостаток подобной конструкции заключается в том, что требуется предусмотреть систему охлаждения модулей.[9] Температура является параметром, который имеет большое влияние на производительность солнечных батарей. Особенно кристаллические кремниевые панели, перегревающиеся из-за чрезмерного солнечного излучения и высокой температуры окружающей среды, вследствие чего их эффективность резко снижается.[3, с.229]

На плоских крышах (Рисунок 1.3) фотоэлектрические модули можно сразу сориентировать на юг, и расположить под оптимальным углом. Подобное расположение рекомендуется для небольших промышленных зданий.

Одним из способов установки фотоэлектрических модулей является их установка на фасаде здания (Рисунок 1.4), причём различают два разных варианта установки: первый - холодный фасад, когда солнечный модуль крепят на фасад здания, второй - тёплый фасад, когда одна из стенок собирается из солнечных модулей.

И последний стандартный способ установки – напольная монтажная система. Фотоэлектрический модуль располагают на земле, на склонах гор, предлагается как вариант рекультивации бывших свалок путём установки таких модулей.

В единичных случаях фотоэлектрические модули устанавливают, например, на лопастях ветряков. Этот подход, помимо значительных плюсов, имеет и очевидные минусы в виде значительного утяжеления конструкции ветрогенератора.[10]

С 2010 года все желающие установить СЭУ (солнечную энергетическую установку) имеют возможность рассчитать с помощью онлайн фотоэлектрического калькулятора Европейской комиссии реальное количество электроэнергии, которое будет вырабатывать выбранная ими СЭУ. Калькулятор учитывает множество факторов, которые влияют на выработку энергии, в том числе:

- тип солнечного модуля
- географическое местоположение установки
- циркуляцию воздуха (влияние температуры установки на эффективность работы)
- наклон установки и ориентацию на стороны света
- наличие систем слежения (в том числе систем которые отслеживают солнце в течение дня, или системы зима – лето)
- отражение солнечных модулей
- тип используемых кабелей и преобразователей.

Результат расчёта позволяет определить выработку конкретного солнечного модуля в течение часа, суток, месяца.

Немаловажным аспектом в мотивации установки СЭУ является её окупаемость. Окупаемость установки также оценивается с помощью онлайн фотоэлектрического калькулятора. Он учитывает следующие факторы:

- льготный тариф в данной местности
- способ установки СЭУ
- ориентация и наклон установки
- год ввода в эксплуатацию
- стоимость системы СЭУ
- резервные мощности
- показания счётчика
- сумма кредита, проценты и погашение

В результате калькулятор выдаст остаток долга через 20 лет или прибыль, которую получит владелец к этому сроку, если его установка окупится раньше.

Несмотря на возможность довольно точного расчёта всех плюсов и минусов установки СЭУ, технические трудности этим не исчерпываются. Для того чтобы просчитать возможные проблемы с установкой существует ещё один калькулятор – онлайн-калькулятор САУ для снеговых и ветровых нагрузок. При установке солнечного модуля одной и той же площади, в различных районах страны может быть различная снеговая и ветровая нагрузка на модуль, что, в свою очередь требует учёта этих факторов при установке путём подбора подходящих систем крепления. Заметим, что вся территория Германии делится на зоны по ветровой и снеговой нагрузке. Таким образом, калькулятор учитывает следующие факторы:

- расположение установки и высота над уровнем моря (для учёта снеговой нагрузки)

- высота над уровнем земли (для учёта ветровой нагрузки)
- наклон панелей
- зоны ветровой и снеговой нагрузки

В итоге, есть возможность рассчитать нагрузку на панели, и при необходимости усилить крепление или изменить угол наклона. Увеличение наклона солнечного модуля приводит к уменьшению снеговой нагрузки, но увеличивает ветровую нагрузку. Калькулятор позволяет найти оптимальный вариант установки для данной СЭУ. [11]

В целом, солнечная энергетика является одним из наиболее чистых производств в экологическом отношении. Если же учесть всю технологическую цепочку от получения требующихся материалов до производства электроэнергии и утилизации отслуживших свой век солнечных модулей, мы придём к некоторому заключению. Производство полупроводниковых материалов является экологически опасным вследствие токсичности большинства химических элементов и соединений, используемых для создания солнечных модулей. [2, с.198]

Это обстоятельство является причиной того, что производство солнечных модулей должно быть полностью автоматизировано и расположено вдали от обитаемого жилья. Вместе с тем, эксплуатация солнечных модулей абсолютно безопасна. И, соответственно, утилизация солнечных модулей, срок службы которых истёк, представляет собой проблему, которая ещё не решена в мире. Вместе с тем совершенно очевидно, что солнечные модули представляют собой отходы, которые не могут быть утилизированы как обычный мусор, поскольку их вредность для окружающей среды ничуть не меньше, чем от использованного ядерного топлива. Это означает, что отслужившие солнечные модули должны утилизироваться изготовителем данной продукции. И производители обязаны, в принципе, отвечать за утилизацию солнечных модулей. Но проблема заключается в том, что многие производители солнечных модулей разоряются в течении довольно короткого времени и, как следствие, никоим образом не могут обеспечить переработку. [2, с.199]

Солнечные концентраторы вызывают большие по площади затенения земель, что приводит к сильным изменениям почвенных условий, растительности и т.д. Нежелательное экологическое действие в районе расположения станции вызывает нагрев воздуха при прохождении через него солнечного излучения, сконцентрированного зеркальными отражателями. Это приводит к изменению теплового баланса, влажности, направления ветров; в некоторых случаях возможны перегрев и возгорание систем, использующих концентраторы, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Применение низкотемпературных жидкостей и неизбежные их утечки в солнечных энергетических системах во время длительной эксплуатации могут привести к значительному загрязнению питьевой воды. Особую опасность представляют жидкости, содержащие хроматы и нитриты, являющиеся высокотоксичными веществами. [12, с.238]

Уже в 2020 году, предполагается, что только в Германии в переработку должно поступить примерно 42000 тонн отходов. Пока в малых объёмах решена проблема утилизации небольших солнечных модулей. Решение вопроса по утилизации крупногабаритных солнечных установок пока не найдено. Опыт Германии говорит о том, что утилизация требует значительных затрат энергии на измельчение и тепловую обработку. Рассматриваются предложения по отправке отработавших свой срок солнечных модулей в страны третьего мира, которые обладают более значительными объёмами интенсивности солнечной энергии, падающей на единицу площади, например страны Северной Африки. Это позволит продлить срок службы солнечных модулей практически вдвое.

В заключении можно сделать следующие выводы:

- Немецкий закон о возобновляемой энергетике может служить архетипом аналогичного законодательства в других странах.
- Повсеместное развитие альтернативной энергетике в настоящее время невозможно без «экологического налога» в той или иной форме.
- Развитие альтернативной энергетике настоятельно требует решения сложных экологических проблем, связанных с утилизацией отработавших свой срок солнечных модулей.
- включение солнечных энергетических установок в общую энергосистему снимает проблему аккумуляции энергии для владельца установки в тёмное время суток.

Литература

1. Yongye Liang и др. For the Bright Future—Bulk Heterojunction Polymer Solar Cells with Power Conversion Efficiency of 7.4% / Yongye Liang et al// Advanced Materials No. 22 May 2010 pp.E135-138.
2. Виссарионов В.И. "Солнечная энергетика". М., Издательский дом МЭИ, 2008 – 276 с.
3. Development of renewable energy sources in Germany 2014 [Электронный ресурс] /Nieder T., Bickel P., Musiol F.// URL:<http://www.bmwi.de/English/Redaktion/Pdf/development-of-renewable-energy-sources-in-germany,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=en,rwb=true.pdf>

4. Feasibility of solar tracking systems for PV panels in hot and cold regions [Электронный ресурс] / S.A. SharafEldin, M.S. Abd-Elhady, H.A. Kandil.// URL: https://www.researchgate.net/publication/279203722_Feasibility_of_solar_tracking_systems_for_PV_panels_in_hot_and_cold_regions
5. Arnulf Jäger-Waldau и др. Renewable electricity in Europe / Arnulf Jäger-Waldau et al// Renewable and Sustainable Energy Reviews Vol.15 Iss. 8 October 2011 pp. 3703-3716
6. EEG- The renewable energy source act [Электронный ресурс] / Sösemann F. et al// URL: http://www.ontario-sea.org/Storage/28/1947_The_Renewable_Energy_Sources_Act_Brochure.pdf
7. Commission Opens State Aid Investigation into German Renewables Surcharge Reduction for Energy-intensive Companies and Green Electricity Privilege [Электронный ресурс] URL: <http://www.germanenergyblog.de/?p=14984>
8. Overview Renewable Energy Sources Act [Электронный ресурс] URL: http://www.germanenergyblog.de/?page_id=283
9. Fact Sheet: Extended Producer Responsibility [Электронный ресурс] URL: <http://www.oecd.org/env/waste/factsheetextendedproducerresponsibility.htm>
10. Standort Deutschland [Электронный ресурс] URL: <http://www.sharp.de/cps/rde/xchg/de/hs.xsl/-/html/standort-deutschland.htm>
11. Mayer S. Photovoltaik (PV) Rechner - Solarrechner für Ertrag (KWh), Einspeisevergütung (EURO) und Auslegung [Электронный ресурс] / Mayer S.// URL: <http://www.top-ranking-internet-beratung.de/wordpress/?p=103>
12. Алгасов А. "Возобновляемая энергетика". М., ФИЗМАТЛИТ, 2012. – с. 238

References

1. Yongye Liang и др. For the Bright Future—Bulk Heterojunction Polymer Solar Cells with Power Conversion Efficiency of 7.4% / Yongye Liang et al// Advanced Materials No. 22 May 2010 pp.E135-138.
2. Vissarionov V.I. "Solnechnaya energetika". М., Izdatel'skiy dom MEHI, 2008 – 276 s.
3. Development of renewable energy sources in Germany 2014 [Jelektronnyj resurs] / Nieder T., Bickel P., Musiol F.// URL: <http://www.bmwi.de/English/Redaktion/Pdf/development-of-renewable-energy-sources-in-germany,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=en,rwb=true.pdf>
4. Feasibility of solar tracking systems for PV panels in hot and cold regions [Jelektronnyj resurs] / S.A. SharafEldin, M.S. Abd-Elhady, H.A. Kandil.// URL: https://www.researchgate.net/publication/279203722_Feasibility_of_solar_tracking_systems_for_PV_panels_in_hot_and_cold_regions
5. Arnulf Jäger-Waldau и др. Renewable electricity in Europe / Arnulf Jäger-Waldau et al// Renewable and Sustainable Energy Reviews Vol.15 Iss. 8 October 2011 pp. 3703-3716
6. EEG- The renewable energy source act [Jelektronnyj resurs] / Sösemann F. et al// URL: http://www.ontario-sea.org/Storage/28/1947_The_Renewable_Energy_Sources_Act_Brochure.pdf
7. Commission Opens State Aid Investigation into German Renewables Surcharge Reduction for Energy-intensive Companies and Green Electricity Privilege [Jelektronnyj resurs] URL: <http://www.germanenergyblog.de/?p=14984>
8. Overview Renewable Energy Sources Act [Jelektronnyj resurs] URL: http://www.germanenergyblog.de/?page_id=283
9. Fact Sheet: Extended Producer Responsibility [Jelektronnyj resurs] URL: <http://www.oecd.org/env/waste/factsheetextendedproducerresponsibility.htm>
10. Standort Deutschland [Jelektronnyj resurs] URL: <http://www.sharp.de/cps/rde/xchg/de/hs.xsl/-/html/standort-deutschland.htm>
11. Mayer S. Photovoltaik (PV) Rechner - Solarrechner für Ertrag (KWh), Einspeisevergütung (EURO) und Auslegung [Jelektronnyj resurs] / Mayer S.// URL: <http://www.top-ranking-internet-beratung.de/wordpress/?p=103>
12. Algasov A. "Vozobnovlyayemaya energetika". М., FIZMATLIT, 2012. – с. 238

Сведения об авторе

Валентова Анна Юрьевна –специалист естественных наук, старший преподаватель кафедры электроэнергетики и физики Костанайского государственного университета имени А. Байтурсынова, г. Костанай, ул. Абая, 28, тел 8-7142-50-28-64, email: vay1966@mail.ru

Valentova Anna Yur'evna - specialist of natural science, senior teacher of department of electroenergetics and physics of Kostanay State University named after A. Baytursynov, Kostanay, Abayst. 28, ph. 8-7142-50-28-64 email:vay1966@mail.ru

Валентова Анна Юрьевна - жаратылыс ғылымдарды маманы, электроэнергетика және физика кафедраның аға оқытушысы, А. Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Қостанай қ, Байтұрсынов к. 47, тел 8-7142-50-28-64 email: : vay1966@mail.ru