

# МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРОФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

---

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES

ISSN 2224-526X

Volume 5, Number 29 (2015), 48 – 54

## THE USE OF SOLAR SYSTEMS TO OBTAIN HEAT ENERGY IN KAZAKHSTAN

Askhat Tleuov, Irina Pyastolova, Anastasiy Tleuova

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Astana, Kazakhstan

**Keywords:** renewable energy, solar heat systems, solar energy collector, the heat load.

**Abstract:** For renewables, which at this time can be used effectively in the energy economy of the Republic of Kazakhstan are: solar energy, wind energy, biomass energy, energy of small rivers and spillways, underground thermal energy of ground and surface waters.

Done to date, research allows us to speak confidently about the economically currently available are solar heat systems for passive solar heating and active systems with flat solar collectors for seasonal hot water.

In the present work we carried out actinometric study of Kazakhstan. Substantiates the possibility and conditions for the use of solar heat supply systems on the example of the cottage, the most commonly used in the Northern region of the Republic of Kazakhstan.

УДК 621.577

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕЛИОСИСТЕМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В КАЗАХСТАНЕ

А. Х. Тлеуов, И. А. Пястолова, А. А. Тлеуова

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, системы солнечного теплоснабжения, коллектор солнечной энергии, тепловая нагрузка.

**Аннотация.** К возобновляемым источникам, которые в данное время могут быть эффективно использованы в энергетическом хозяйстве Республики Казахстан, относятся: энергия Солнца, энергия ветра, энергия биомассы, энергия малых рек и водосбросов, тепловая энергия подземного грунта и поверхностных вод.

Выполненные к настоящему времени исследования позволяют достаточно уверенно говорить о том, что экономически доступными в настоящее время являются системы солнечного теплоснабжения для пассивного солнечного обогрева и активные системы с плоскими солнечными коллекторами для сезонного горячего водоснабжения.

В предлагаемой работе проведены актинометрические исследования Казахстана. Обосновываются возможности и условия применения систем солнечного теплоснабжения на примере коттеджа, наиболее часто используемых в Северном регионе Республики Казахстан.

**Введение.** Современное состояние энергетики и необходимость разработки энергетических новых технологий, обеспечивающих высокий социальный эффект и минимальное воздействие на окружающую среду, повышение энерговооруженности производства, создание малых и средних хозяйств и предприятий, нуждающихся в автономных источниках энергии, привело к выделению возобновляемых источников энергии в отдельное направление науки и техники. Основными принципами использования возобновляемых источников энергии являются: эффективное управление ресурсами и энергетическими объектами. Это особенно актуально для нашей страны с ее огромными масштабами и разнообразием природно-климатических условий.

Использование солнечной энергии обходится в несколько раз дешевле тепла, произведённого традиционной системой теплоснабжения, а это означает, что средства, вкладываемые в гелиосистему, работают в несколько раз более эффективно, чем средства, вложенные в саму систему теплоснабжения.

Для объективной оценки инвестиционной привлекательности использования солнечного теплоснабжения помимо прямой – очевидной выгоды полезными могут оказаться еще и следующие соображения.

Если в зимний и летний периоды традиционная и гелиосистема поочерёдно принимают на себя основные сезонные функции, то в периоды межсезонья между ними устанавливается плавное взаимодействие. Такое рациональное сочетание не только позволяет существенно разгрузить традиционную систему теплоснабжения, но и повышает эксплуатационную надежность. Оба указанных обстоятельства способствуют тому, чтобы считать, что наличие гелиосистемы создаёт условия для увеличения срока службы и повышает надёжность работы оборудования.

Кроме того, это способствует получению экономических преимуществ, обеспечиваемых для проведения ежегодного технического обслуживания и сокращением объёма необходимых регламентных работ.

То, что цикличность изменения вклада обоих источников тепла в теплоснабжение чётко регламентирована календарным графиком, облегчает решение ставшей в последнее время одной из самых актуальных задач отечественного теплоснабжения.

Экономия затрат в течение летнего полугодия способна обеспечить дополнительный, а иногда и недостающий резерв для аккумулирования необходимых средств именно к началу наиболее ответственного отопительного сезона.

На практике необходимо стремиться к тому, чтобы обеспечить максимальную степень надёжности функционирования объекта, для чего при проектировании и рекомендуется использовать любые доступные возможности. Повышение работоспособности автономного объекта способствует укреплению энергетического суверенитета его обладателя, а именно это качество становится сегодня одним из наиболее востребованным обществом.

Следует учитывать, что затраты, необходимые для поддержания определённого уровня надёжности в большинстве случаев воспринимается заказчиком наиболее благосклонным образом, поскольку стремление к достижению именно этого качества часто оказывается одним из основных стимулов к самому началу поиска подходящего варианта. В таких случаях, когда заказчик придерживается мнения, что “надёжности не может быть в избытке”, затраты на поддержание надёжности вполне могут оцениваться вообще не как дополнительные, а как основные. Неслучайно солнечные коллекторы традиционно присутствуют в полных версиях фирменных каталогов наиболее солидных зарубежных фирм.

Можно привести достаточно примеров, когда для обеспечения летнего горячего водоснабжения (ГВС) вообще целесообразно задействовать не основной, а дополнительный источник – солнечную систему теплоснабжения (СТС). Например, немецкий солнечный коллектор Roto Sunroof, довольно популярен в Европе. Его площадь – 2,13 м<sup>2</sup>. Двух коллекторов достаточно для обеспечения горячей водой семьи из 4 человек, это примерно 2000 кВт/ч электроэнергии в год. Установка из трех коллекторов производит, соответственно, 3000 кВт/ч энергии. [1]

**Постановка задачи.** Примерно треть источников энергии (уголь, нефть, газ) мы превращаем в тепло: большая часть этой энергии используется для отопления помещений и подогрева воды. Широкое применение солнечной энергии для отопления жилых домов уже сегодня показывает, что мы можем частично отойти от зависимости от ископаемых энергоисточников.

Солнечная энергия может быть преобразована в тепловую энергию, электрическую, химическую и другие виды, о чём показано на рисунке 1.

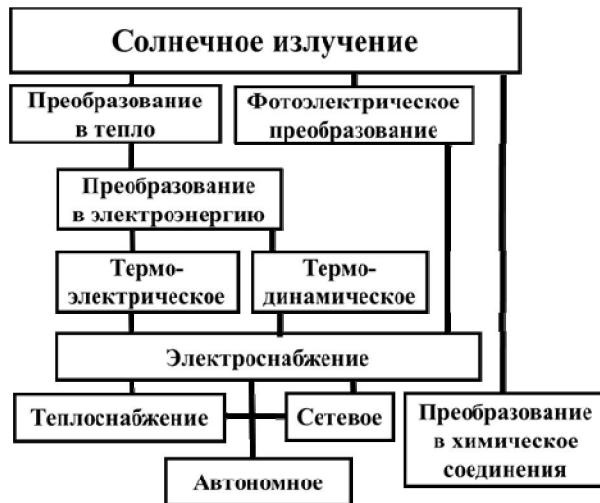


Рисунок 1 – Основные пути преобразования энергии солнечного излучения

Преобразование в тепло – один из наиболее древних и распространенных в настоящее время способов преобразования солнечной энергии.

Существуют весьма эффективные солнечные установки различной мощности для получения тепловой энергии. Они используются для обогрева помещений, нагрева воды и др. целей [2, 3].

Использование солнечной энергии для обогрева и горячего водоснабжения закладывается в проектах современных зданий. Все чаще можно встретить дома с тепловыми коллекторами, установленными на крыше.

Основным элементом всех установках, преобразующих солнечное излучение в тепло, является коллектор, в котором происходит нагрев теплоносителя. Эффективная работа коллектора солнечной энергии и всей системы в целом зависит от параметров самого коллектора, поступающего солнечного излучения и разности температур теплоносителя на входе в коллектор и наружного воздуха. Параметры коллектора определяются его конструктивными особенностями. На рисунке 2 показан характер зависимости КПД коллектора от температурных условий.

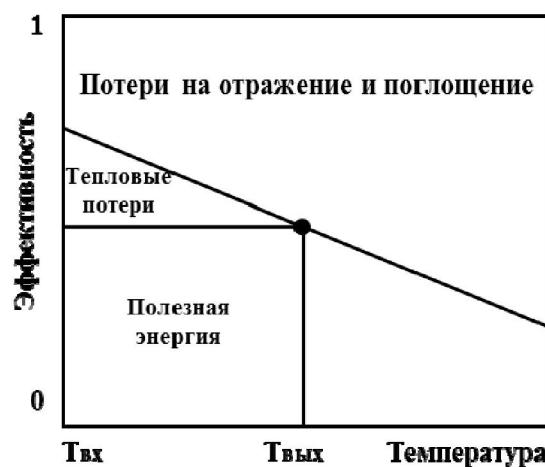


Рисунок 2 – КПД плоского коллектора солнечной энергии

На рисунке 3 показаны для примера характеристики плоских солнечных коллекторов (КСЭ) различного конструктивного исполнения.

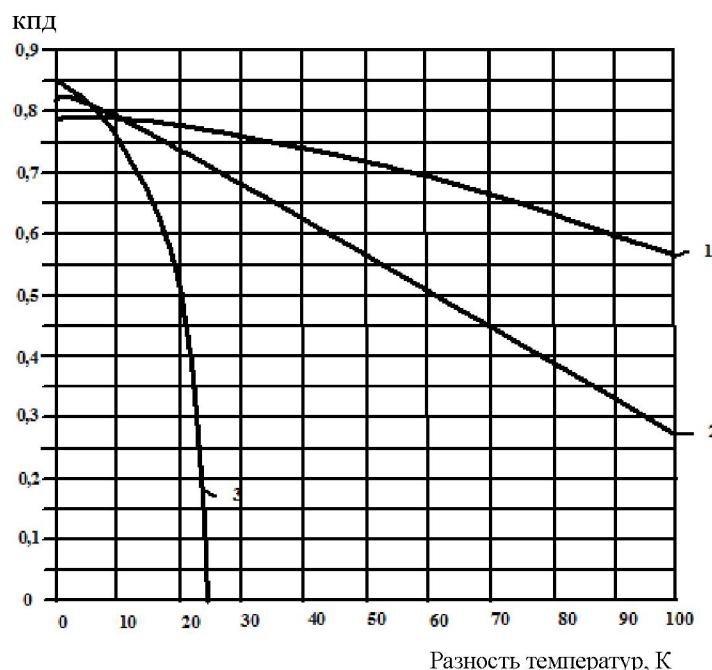


Рисунок 3 – Эффективность различных типов солнечных коллекторов температура наружного воздуха  $\geq 0^{\circ}\text{C}$ :  
1 – вакуумированный коллектор; 2 – плоский коллектор с селективной поверхностью; 3 – открытый коллектор

Как следует из рисунков 2 и 3, при определенных температурах наружного воздуха вполне эффективно использование конструктивно простых коллекторов солнечной энергии.

Очень существенным моментом в применении систем солнечного теплоснабжения в Казахстане в настоящее время является отсутствие широко поставленной пропаганды возможностей и достоинств возобновляемых источников энергии (ВИЭ), сведений о положительных примерах их использования. Это привело к слабой осведомленности населения, руководителей и общественности о возможностях возобновляемых источников энергии, и, в частности, энергии солнечного излучения.

Опыт использования ВИЭ за рубежом должен помочь преодолеть заблуждение о без перспективности использования ВИЭ в Казахстане [4].

Определенные опасения и риски представляет мнение о том, что использование солнечных технологий также характеризуется чрезвычайно длительным сроком окупаемости.

В связи с этим целью настоящих исследований является на основании полученных энергетических характеристик солнечной радиации показать реальную возможность применения СТС в условиях Казахстана, а также обоснование основных технических характеристик этих систем с учетом метеорологических условий региона и зон, получение функциональных зависимостей.

**Методы решения.** Методическую основу исследований составил системный подход, анализ первичной информации, экспертные опросы, мониторинг средств массовой информации (СМИ), специализированные базы данных, мониторинг официальной статистики, специальные и отраслевые издания, использованы основные положения математической статистики, математическое и компьютерное моделирование, материалы конференций.

### Полученные результаты

Казахстан занимает огромную площадь и поэтому граничит с регионами, которые сильно отличаются по своим климатическим условиям: с Западно-Сибирской низменностью на севере страны и с Центральной Азией – на юге. Под воздействием холодных и теплых воздушных масс сформировался резко континентальный климат Казахстана, который характеризуется жарким летом, холодными зимами, большими сезонными и суточными перепадами температур, а также неравномерным распределением осадков [5].

Природные и климатические условия Казахстана в значительной мере определяются его глубоким материковым расположением. Практически половину территории страны занимают пустыни и полупустыни, а четверть территории – степи. Высокогорные области занимают около 10 % территории.

Мощность солнечного излучения, попадающего на земную поверхность, называют суммарным излучением. Величина и доля прямого и диффузного излучения в значительной степени зависят от времени года и местных погодных условий. Диффузное излучение возникает в результате рассеяния, отражения и преломления в облаках и частицах в воздухе. Гелиоустановки могут использовать и его. В пасмурный день с долей диффузного излучение более 80% солнечное излучение все еще составляет 300 Вт/м<sup>2</sup>.

Программа статистических исследований поступления солнечной радиации и обоснования основных характеристик систем солнечного теплоснабжения включала в себя следующие [6]:

- исследование сезонного поступления составляющих солнечной радиации;
- исследование почасового поступления суммарной солнечной радиации;
- определение оптимального угла наклона коллекторов солнечной энергии (КСЭ) и зависимости поступления солнечной радиации на их поверхность.

В качестве исходных данных при гелиоэнергетических расчетах используются климатологические характеристики солнечного излучения.

В таблице данные о поступлении месячных значений суммарной (прямая и рассеянная) солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, а также годовая сумма этой радиации.

Суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность  
при действительных условиях облачности, МДж/м<sup>2</sup>

Месяц	Регион, город							
	Северный		Южный	Западный		Восточный	Центральный	
	Костанай	Астана	Алматы	Уральск	Актау	Семей	Балхаш	Жезказган
Январь	113	134	176	113	138	142	193	176
Февраль	201	234	239	209	218	230	289	266
Март	385	408	354	394	374	418	465	419
Апрель	482	496	484	477	538	536	599	540
Май	653	643	632	653	712	687	750	689
Июнь	691	714	678	632	724	716	791	746
июль	624	670	729	657	708	702	779	735
Август	523	559	647	578	646	582	703	662
Сентябрь	343	398	497	398	484	436	523	501
Октябрь	209	211	321	209	310	245	322	287
Ноябрь	109	126	187	100	175	143	193	172
Декабрь	75	94	136	84	109	107	142	132
За год	4408	4687	5080	4504	5136	4944	5749	5749

Так же изменяется и суммарная радиация. Если она на севере Казахстана равна 100 Дж/м<sup>2</sup> в год, то на юге - 155 Дж/м<sup>2</sup>. Суммарная радиация неравномерно распределяется по временам года. На юге Казахстана величина суммарной радиации составляет в июле 15-18 Дж/м<sup>2</sup>, а в январе - в 4 раза меньше. Зимой суммарная радиация земной поверхностью частично отражается. Белый чистый снег отражает суммарную радиацию на 70 -80%.

Зимой в связи с небольшим углом падения солнечных лучей, краткостью дня, способностью снежного покрова отражать солнечные лучи величина солнечной радиации уменьшается.

Величина солнечной радиации, поступающей на поверхность Земли, зависит не только от географической широты, но и от состояния атмосферы и продолжительности солнечного сияния.

Среднегодовая продолжительность солнечного сияния в Казахстане очень большая (2000-3000 часов). Например, на севере, в Костанае, она равна 2132 часам. Это больше, чем в Москве, находящейся на той же широте, на 400 часов. А на юге, в Кызылорде, этот показатель равен 3062 часам. Такие величины объясняются не только географической широтой Южного Казахстана, но и тем, что в теплое время года отсутствует облачность.

Солнечная радиация связана с закономерностями распространения ясных и пасмурных дней в Казахстане. Установлено, что количество ясных дней в году на севере 120, на юге - 260. Число ясных дней в Казахстане больше, чем на южном берегу Крыма и Черноморском побережье Кавказа.

Пасмурных дней на севере Казахстана - 60, на юге, в районе озера Балхаш - около 10 дней.

Методика расчета мощности отопления дома заключалась в определении или выборе соответствующих коэффициентов, учета температуры наружного воздуха, типа помещения и его высоты. Также учитывалось качество остекления, теплоизоляция стен, соотношение площадей окон и пола, количество стен выходящих наружу [3].

Определение теплопотерь дома коттеджного типа выполнялись при двух условиях:

- 1) В качестве наружной температуры учитывалась средняя температура месяца согласно [7].
- 2) Для всех месяцев отопительного сезона расчетная температура наружного воздуха равнялась – 30 °C.

Результаты расчетов тепловой мощности системы отопления жилого здания представлены на рисунке 4 и 5.

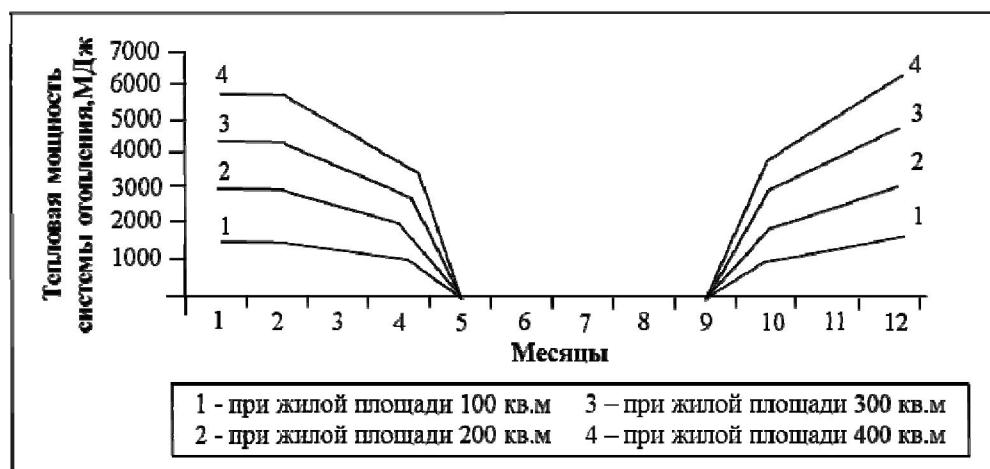


Рисунок 4 – Мощность системы отопления при среднемесячной температуре для 51° с.ш. (согласно СНиП)

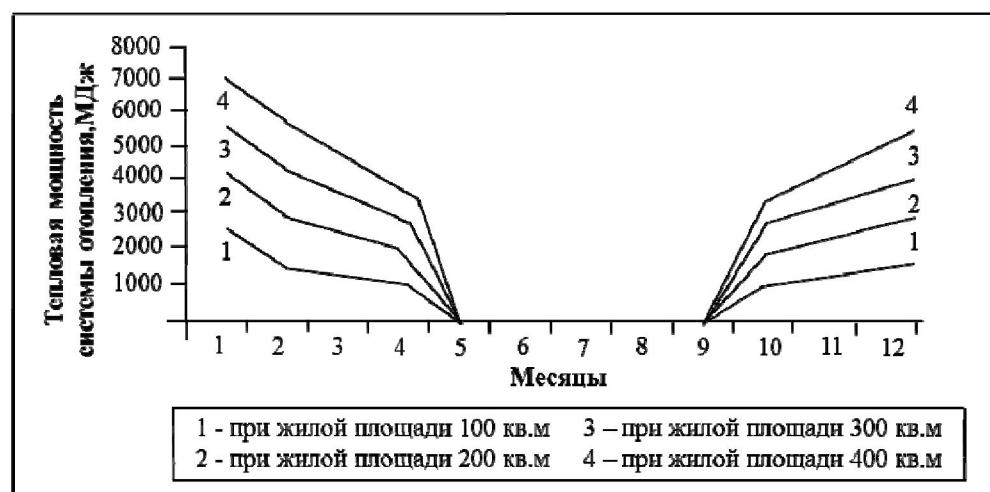


Рисунок 5 – Мощность системы отопления из расчета максимально низких температур для 51° с.ш.

Полученные результаты в дальнейшем использовались для расчетов гибридной системы энергообеспечения (система традиционного + солнечного теплоснабжения) для условий Северного Казахстана.

Существенную роль в производительности гелиосистем играет температура наружного воздуха. В зависимости от численных значений температур воздуха будут находиться как время эксплуатации гелиосистем в течение года, так и выбор самой схемы. В связи с этим большой интерес представляет определение периодов со средней температурой наружного воздуха выше или ниже определенных пределов.

В качестве таких температурных пределов можно выделить периоды с температурой выше  $-10^{\circ}\text{C}$  и  $0^{\circ}\text{C}$ . Для периодов с температурой до  $-10^{\circ}\text{C}$  возможно использование двухконтурных гелиосистем, а для периодов с температурой выше  $0^{\circ}\text{C}$  – одноконтурных.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Thermotech солнечное теплоснабжение. Техническое пособие. [http://pervoistochnik.com.ua/downloads/Solar\\_tech.pdf](http://pervoistochnik.com.ua/downloads/Solar_tech.pdf)
- [2] Дж. Даффи, У.А.Клейн. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. - М.:Мир,1977. 413 с.
- [3] Тлеуов А.Х. и др. Рекомендации по использованию систем солнечного теплоснабжения в АПК. – Астана, КазАТУ, 2009.-56 с.
- [4] Тлеуова А.А., Тлеуов А.Х. Режимы работы систем солнечного теплоснабжения в условиях Северного Казахстана. //Материалы 1 Международной научно-практической конференции «Становление современной науки-2006». - Днепропетровск,2006.-Т.9. - С.22-26.
- [5] Пястолова И.А., Тлеуов А.Х., Тлеуова А.А. Прогнозирование поступления солнечной радиации. // Материалы 1 Международной научно-практической конференции: «Становление современной науки-2006».- Днепропетровск, 2006: -Т.9.- С14-19.
- [6] Тлеуова А.А.,Тлеуов А.Х. Определение условий эффективного использования гелиоустановок в РК. // Материалы 1 Международной научно-практической конференции «Становление современной науки-2006».- Днепропетровск, 2006: -Т.9.- С.11-14.
- [7] Строительные нормы и правила РФ. Строительная климатология. СНиП 23-01-99. Государственный Комитет РФ по строительству и ЖКХ (Госстрой России). Москва, 2003.

#### **REFERENCES**

- [1] Thermotech solnechnoe teplosnabzhenie. Tehnicheskoe posobie. [http://pervoistochnik.com.ua/downloads/Solar\\_tech.pdf](http://pervoistochnik.com.ua/downloads/Solar_tech.pdf)
- [2] Dzh. Daffi, U.A.Klejn. Teplovye processy s ispol'zovaniem solnechnoj jenergii. - M.:Mir,1977. 413 s.
- [3] Tleuov A.H. i dr. Rekomendacii po ispol'zovaniju sistem solnechnogo teplosnabzhenija v APK. – Astana, KazATU, 2009.-56 s.
- [4] Tleuova A.A.,Tleuov A.H. Rezhimy raboty sistem solnechnogo teplosnabzhenija v usloviyah Severnogo Kazahstana. // Materialy 1 Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Stanovlenie sovremennoj nauki-2006». - Dnepropetrovsk, 2006.-T.9. - S.22-26.
- [5] Pjastolova I.A., Tleuov A.H. Prognozirovanie postuplenija solnechnoj radiacii. // Materialy 1 Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: «Stanovlenie sovremennoj nauki-2006».- Dnepropetrovsk, 2006: -T.9.- S14-19.
- [6] Tleuova A.A.,Tleuov A.H. Opredelenie uslovij effektivnogo ispol'zovanija gelioustanovok v RK. // Materialy 1 Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Stanovlenie sovremennoj nauki-2006».- Dnepropetrovsk, 2006: -T.9.- S.11-14.
- [7] Stroitel'nye normy i pravila RF. Stroitel'naja klimatologija. SNiP 23-01-99. Gosudarstvennyj Komitet RF po stroitel'stu i ZhKH (Gosstroj Rossii). Moskva, 2003.

### **ҚАЗАҚСТАНДА ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫН АЛУ ҮШИН ГЕЛИО ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚОЛДАНУ**

**А. Н. Тлеуов, И. А. Пястолова, А. А. Тлеуова**

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Семей, Қазақстан

**Тірек сөздер:** қалпына келетін энергия көздері, құн арқылы жылумен қамтамасыз ету жүйелері, құн энергиясы коллекторы, жылу жүктемесі.

**Аннотация.** Қалпына келетін энергия көздеріне қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының энергетикалық шаруашылығында тиімді қолдануға болатын құн энергиясы, жел энергиясы, биомасса энергиясы, кіші өзендер мен суағытқыштар энергиясы, жер асты грунты мен топырақтың беткі қабаты сularының жылу энергиясы жатады.

Қазіргі кезде атқарылған зерттеулер қазіргі кезде пассивті құнарқылы жылдыту мен маусымдық сұық сүмен қамтамасыз етуге арналған тегіс құн коллекторларымен белсенді жүйелер экономикалық қолжетімді екенін сенімді түрде айтуда болады.

Берілген сәнбекте Қазақстанның аксионетрикалық зерттеулері жүргізілген. Қазақстан Республикасының солтүстік өнірлінде жиі қолданылатын құн арқылы жылумен қамтамасыз ету жүйесі қолдану мүмкіндіктері мен шарттары коттеджді мысалы ала отырып негізделді.

*Поступила 10.10.2015г.*