

УДК 620

ДИБИРОВА МАРЖАНАТ МАГОМЕДОВНА

научный сотрудник ФОИВТ РАН,
e-mail: gadjieva_marik@mail.ru

АМАДЗИЕВА НАИДА АБДУЛЛАЕВНА

к.э.н., старший научный сотрудник ФГБУН
«Институт социально-экономических исследований» ДНЦ РАН,
ФОИВТ РАН, e-mail: naida047@inbox.ru

ДИБИРОВ МАГОМЕД ГАДЖИМАГОМЕДОВИЧ

старший научный сотрудник ФОИВТ РАН,
e-mail: magdib48@mail.ru

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН

Аннотация. *Целью* данной работы является обоснование необходимости внедрения и оценка производительности и экономической эффективности солнечных водонагревательных установок в климатических условиях Дагестана. **Методология проведения работы.** Исследование основывается на общенаучной методологии, которая предусматривает применение системного подхода к решению рассматриваемой проблемы. **Результаты.** В работе представлен анализ перспектив использования солнечных водонагревательных установок в мире и Российской Федерации. Рассмотрен потенциал и области применения солнечных коллекторов в Республике Дагестан. Выявлены проблемы, препятствующие широкому внедрению солнечных водонагревательных установок. Проведены расчеты и обоснована целесообразность изготовления и установки солнечных коллекторов с широким использованием современных полимерных материалов, разработанных филиалом Объединенного института высоких температур РАН в г. Махачкале совместно с Научно-производственным предприятием «РЕСУРС-М». **Область применения.** Предлагаемые к использованию солнечные водонагревательные установки могут эффективно в сфере жилищно-коммунального хозяйства, для горячего водоснабжения и отопления зданий, сушки сельскохозяйственной продукции, нагрева воды для горячего водоснабжения отдаленных объектов, например, туристических баз. **Выводы.** Техничко-экономические расчеты и экспериментальные результаты показали высокую энергетическую и экономическую эффективность этих установок в климатических условиях Дагестана. **Ключевые слова:** солнечная водонагревательная установка (СВУ), возобновляемые источники энергии, экономическая эффективность, солнечные коллекторы.

DIBIROVA MARJANAT MAGOMEDOVNA

Research Associate of FJIHT, Branch of RAS,
e-mail: gadjieva_marik@mail.ru

AMADZIEVA NAIDA ABDULLAEVNA

Candidate of Economic Sciences, Senior Research Associate of FSBIS
“Institute of Social-Economic Studies of DSC of the RAS”, FJIHT, Branch of RAS,
e-mail: naida047@inbox.ru

DIBIROV MAGOMED GAJIMAGOMEDOVICH

Senior Research Associate of FJIHT, Branch of RAS,
e-mail: magdib48@mail.ru

ON THE ECONOMIC PRACTICABILITY OF USING SOLAR WATER HEATING UNITS IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN

Abstract. *The goal* of this study is substantiating the need for implementation and evaluation of productivity and economic effectiveness of solar water heating units in the climatic conditions of Dagestan. **The methodology of completing the study.** The study is based on the general scientific methodology that stipulates using a systemic approach to solving the problem being studied. **The results.** In this study we are presenting an analysis of prospects of using solar water heating units overseas and in the Russian Federation. We have discussed the potential in the area of application of solar water heating units. We have found the problems that preclude from a wide implementation of solar water heating units in use. We have completed calculations and have substantiated the reasonability of producing and installing solar collectors with a wide use of modern polymer materials developed by the Branch of the Joint Institute for High Temperatures of the RAS in Makhachkala, together with the Research and Development Enterprise "RESURS-M". **The area of application.** Suggested for use solar water heating units may be effective in the housing and utilities sector, for hot water supply and heating of buildings, for drying of agricultural products, heating water for hot water supply of separate facilities, for example, of tourist sites. **The conclusions.** Technical and economic calculations and experimental results showed high energy and economic effectiveness of these units in the climatic conditions of Dagestan. **Keywords:** a solar water heating unit (SWHU), renewable energy sources, economic effectiveness, solar collectors.

Введение. В настоящее время солнечные водонагревательные установки находят широкое применение во многих странах мира и используются в жилищно-коммунальной сфере, сельском хозяйстве и промышленности для отопления и горячего водоснабжения зданий и сооружений, расположенных в районах, где наблюдается относительно большое число солнечных дней в году. По сравнению с другими видами возобновляемых источников энергии вклад солнечных коллекторов в мировом спросе на энергию, помимо традиционных возобновляемых источников энергии (биомасса и гидроэнергия), уступает только энергии ветра.

В многих странах солнечные водонагревательные установки (солнечные коллекторы, гелиоустановки) стали обычным атрибутом жизни. В Израиле горячее водоснабжение 80% всех жилых домов обеспечивается солнечными водонагревателями, что дает экономию более 5% производимой в стране электроэнергии. Многие десятки фирм-производителей различных типов солнечных коллекторов и водонагревательных установок успешно действуют в Европе, Азии, Америке, Австралии и других регионах мира. В 2013 г. в мире было установлено солнечных коллекторов общей мощностью 36,5 ГВт (52,1 млн кв. м), прирост по сравнению с 2012 г. составил 25,3%.

Говоря о солнечных водонагревателях, можно утверждать, что в настоящее время во многих странах мира технологии эффективного нагрева воды для бытовых целей солнечным излучением достаточно хорошо отработаны и широко доступны на рынке. Наиболее экономически эффективные сферы применения солнечных водонагревателей в значительной мере уже освоены. Например, в США более 60% частных и общественных плавательных бассейнов обогреваются за счет солнечной энергии (простейшие безстекольные, без тепловой изоляции, как правило, пластиковые солнечные коллекторы) [13–15].

Наиболее благоприятными для внедрения солнечной энергии регионами России являются республики Северного Кавказа, Краснодарский и Ставропольский края. Именно в этих регионах имеется экономический потенциал, позволяющий строить солнечные установки, работающие с положительной рентабельностью. На юге России в настоящее время можно получить 420 млрд. кВт•ч в год электроэнергии или больше 1 млрд ккал в год тепловой энергии. Годовое поступление солнечной энергии на поверхность в этих регионах колеблется от 1500 до 1870 квтч на 1 кв. м. в год, а годовая выработка тепла солнечным коллектором находится в пределах от 1100 до 1300 квтч на 1 кв. м. Годовая тепловая производительность 1 кв. м солнечных коллекторов в Дагестане составляет 1150–1250 квтч в год.

Разработанные российскими производителями солнечные коллекторы отвечают современным техническим требованиям. Однако цена на коллекторы устанавливается довольно высокая – в большинстве случаев от 9000 руб. до 15000 руб. в расчете на 1 кв. м площади коллектора.

Высокая цена на солнечные коллекторы в сочетании с относительно низкими, по сравнению с зарубежными, внутренними ценами на топливо резко ограничивает спрос на коллекторы в России. В нашей стране отсутствует законодательство, устанавливающее какие-либо льготы для производителей и потребителей возобновляемых источников энергии. В связи с тенденцией неуклонного роста цен на топливо и электроэнергию интерес к солнечным водонагревательным установкам растет [17–19]. Возникает необходимость вновь вернуться к анализу проблемы и предоставить потенциальным потребителям и разработчикам объективную информацию о реальных возможностях использования солнечной энергии в России, в частности, в Дагестане.

Область применения солнечных коллекторов в Республике Дагестан:

- горячее водоснабжение жилых домов, производственных помещений;
- горячее водоснабжение объектов, отдаленных от централизованного теплоснабжения, в частности, турбазы, санаторно-курортные комплексы, гостиницы, сельхозфермы;
- нагрев (подогрев) воды в плавательных бассейнах;
- отопление жилых домов или любых помещений производственного назначения;
- сушка сельхозпродукции, промышленных изделий (бетона) лесоматериалов;
- отопление и горячее водоснабжение теплиц;

Анализ рынка свидетельствует, что при использовании солнечной энергии 25% населения Дагестана, не имеющего централизованного теплоснабжения, общая потребность республики в коллекторах составит 500 тыс. м².

Основная причина отсутствия широкого спроса населения России на СВУ – это высокая цена на оборудование, низкие внутренние цены на традиционные источники тепла и отсутствие экономической поддержки пользователей возобновляемой энергии со стороны государства.

В целях решения ценовой проблемы филиал Объединенного института высоких температур РАН (Ф ОИВТ РАН) в г. Махачкале и НПП «Ресурс-М» разработали и производят солнечные коллекторы с широким использованием современных полимерных материалов, которые отличаются от аналогов небольшим весом (11 кг. против 20–25 кг на 1 кв. м.) и низкой стоимостью (не более 4000 руб. за 1 кв. м.). По своим теплотехническим характеристикам они не уступают лучшим аналогам производства России и СНГ [7,8].

Коллекторы имеют следующие технические характеристики:

- габаритные размеры 150x70x6 см;
- вес 11 кг;
- рабочее давление 0,6 Мпа;
- эффективность 0,75%.

Удешевление основного элемента солнечных водонагревательных установок – плоских коллекторов позволяет производителям оборудования уложиться в сроки окупаемости солнечных установок в 4 года. Приблизненные оценочные расчеты экономической эффективности СВУ с коллекторами НПП «Ресурс-М», подтверждаемые результатами экспериментальных научно-исследовательских работ, проводимых в Ф ОИВТ РАН в г. Махачкале, показывают, что годовая тепловая производительность 1 кв. м солнечных коллекторов в Дагестане составляет 1100–1250 кВтч в год. Капитальные затраты на солнечные установки составляют около 7000 руб. на 1 кв. м., включая стоимость тепловых аккумуляторов, вспомогательного оборудования, монтажных и пуско-наладочных работ. Ежегодные эксплуатационные затраты практически отсутствуют. Сравнивая стоимость тепловой энергии, вырабатываемой солнечными установками, со стоимостью тепловой энергии, вырабатываемой котельными на газе (которая составляет не менее 1,5 руб. /кВтч), то 1 кв. м. солнечной установки производит энергии на 1800 руб. в год. Срок окупаемости установок не превышает 4 года. С учетом тенденции роста цен на газ и электроэнергию экономическая эффективность солнечных водонагревательных установок будет только повышаться [9,10].

Что касается вопроса отсутствия государственной поддержки пользователей и производителей установок на возобновляемой энергии, то в Дагестане, в отличие от других регионов России, принят соответствующий закон об использовании возобновляемых источников энергии. Закон регулирует отношения, возникающие в связи с осуществлением на территории Республики Дагестан государственной политики в сфере использования возобновляемых источников энергии, в целях создания благоприятных организационных и экономических условий для при-

оритетного использования данных источников энергии в интересах улучшения социально-экономического положения населения, охраны окружающей среды и экономии традиционных видов энергии.

Научно-исследовательские работы в области использования ВИЭ, выполняемые в последние годы в Ф ОИВТ РАН в г. Махачкале и ИСЭИ ДНЦ РАН, обосновывают высокую энергетическую эффективность и экономическую целесообразность использования солнечных водонагревательных установок, предназначенных для горячего водоснабжения и отопления жилых и общественных зданий. Экономически обоснованными являются варианты использования СВУ на горячее водоснабжение бюджетных организаций, таких, как больницы, детские сады, школы и т. д. Если хотя бы часть этих бюджетных организаций будет обеспечиваться горячей водой от солнечных установок, которые окупаются через 4 года, а дальше работают на прибыль, то расходная статья бюджета республики будет значительно сокращена. В Махачкале в настоящее время находится 66 муниципальных детских садов с бюджетным финансированием, каждый из которых рассчитан в среднем на 150 мест – всего $150 \times 66 = 9900$ детей. Суточный расход воды, при норме 75 литров на 1 ребенка в сутки (СНиП 2.04.01), составляет около 743 тонн в сутки. Тариф на горячую воду – 50 руб./т. Годовые затраты на горячее водоснабжение всех детсадов г. Махачкала составляет $743 \text{ т/сутки} \times 24 \text{ сутки} \times 12 \text{ месяцев} \times 50 \text{ руб./т} = 10,7 \text{ млн руб./год}$. Для обеспечения этих объектов горячей водой от солнечных установок необходима суммарная площадь солнечных коллекторов 6000 кв. м. Солнечные установки, предназначенные только для горячего водоснабжения (без отопления), отличаются простотой конструкции и меньшим объемом монтажных работ, поэтому их удельная стоимость не превышает 5500 руб. за 1 кв. м. коллекторов. Поэтому затраты на солнечные водонагревательные установки, рассчитанные на горячее водоснабжение всех детских садов г. Махачкала, оцениваются примерно в 33,0 млн руб. Предположим, что солнечные установки замещают только 80% годовой потребности садов в горячей воде. Стоимость сэкономленной тепловой энергии равна $10,7 \times 0,8 = 8,56 \text{ млн руб.}$ Срок окупаемости солнечных установок составляет 3,86 года [1,4].

В сфере жилищно-коммунального хозяйства рациональным представляется перевод многоэтажных (до 9 этажей) жилых домов на горячее водоснабжение от солнечных коллекторов. Перспективным является вариант перевода городских котельных в неотапительный период на солнечные водонагревательные установки, при этом работа котельных приостанавливается на весь неотапительный период, а обеспечение населения горячей водой производится от солнечных водонагревательных установок. Выполненные нами расчеты показывают, что каждый 1 кв. м. солнечных коллекторов позволяет сократить расход только газа (не считая затрат на электроэнергию и эксплуатацию котельной) на 200 куб. м в год. Перевод одной котельной г. Махачка-



Рис 1. Предлагаемый вариант использования солнечных водонагревательных коллекторов на крыше 5-этажного жилого дома

ла на солнечные коллекторы (5000 кв. м.) для нагрева воды в неотапительный период года позволяет сократить расход газа на более чем 1 млн куб. м. в год. Учитывая экономию электроэнергии на привод насосов, зарплаты персоналу и др., срок окупаемости таких установок не превышает 3–4 лет. Монтаж солнечных коллекторов можно производить на крышах близлежащих зданий (рис. 1).

В летний, неотапительный, период дома будут отключаться от котельной и обеспечиваться горячей водой только от солнечных установок. В зимний период тепло от солнечных коллекторов будет использоваться для предварительного подогрева холодной воды, поступающей в котельную, которая будет согреваться до необходимой температуры тепловой энергией от котельной. Ниже приведен пример расчета (табл.) эффективности солнечной водонагревательной установки для горячего водоснабжения 5-этажного дома.

Таблица

**Экспериментальный 5-этажный жилой дом города Махачкала
на солнечных водонагревательных коллекторах***

Длина крыши, м	57,6
Ширина крыши, м	12
Площадь крыши, кв. м.	691
Количество квартир в доме	60
Количество жильцов в доме, чел.	210
Норма потребления воды, литр/чел.	100 л.
Количество коллекторов, кв. м.	270
Годовая производительность, квтч/год	300000
Стоимость произведенной коллекторами тепловой энергии, по тарифам для тепла от котельной 1,2 руб./квтч	360000 руб./год
Стоимость солнечной установки (коллекторы, аккумулятор, материал, монтажные работы)	1755000 руб.
Срок окупаемости установки	5 лет
Экономия газа	54000 куб. м/год
Сокращение вредных выбросов в атмосферу	5000 кг/год
Срок службы установки	не менее 20 лет

*Источник: автор.

Из табл. видно, что использование в Дагестане солнечной энергии для горячего водоснабжения жилых домов, даже расположенных в городах и имеющих централизованное теплоснабжение, приносит значительный экономический эффект. В сельских районах, где жители для отопления и горячего водоснабжения пользуются преимущественно электроэнергией и сжиженным привозным газом, солнечные установки будут более экономически эффективными и социально значимыми [16,6]. Кроме того, значительно уменьшатся нагрузки на электрические сети, которые в зимнее время находятся под большими перегрузками и часто выходят из строя.

В настоящее время в Дагестане испытываются два частных жилых дома с солнечным отоплением и горячим водоснабжением.

Характеристики одного из них (рис. 2) приведены ниже:

- стены дома построены из энергосберегающих инновационных строительных материалов по технологии «Лего-несъемная опалубка» и облицованы кирпичом;
- жилая площадь дома 200 кв. м;
- дополнительный источник тепла в пасмурную погоду – электрический отопительный котел;
- суммарная годовая расчетная потребность дома в тепле (отопление и горячее водоснаб-

жение) – 43500 квтч/год;

– площадь коллекторов – 30 кв. м;

– дневная тепловая производительность 1-го кв. м коллектора в солнечный день – 3,5 квтч в зимний период и 4,7 квтч в летний период;

– количество солнечных дней в данной местности за год – 290, с относительно равномерным распределением в течение года;

– годовая производительность установки – 34800 квтч.

Стоимость такого количества энергии, получаемой от электрического котла (без учета стоимости самого котла), составляет $34800 \text{ квтч} \times 2,0 \text{ руб./квтч} = 69600 \text{ руб.}$ в год [2,3].

Стоимость солнечной установки (стоимость оборудования + монтажные работы) составляет 260 тыс. руб.



*Рис. 2. Энергосберегающий дом с солнечным теплоснабжением
Срок окупаемости составляет $(260000:69600) = 3,7$ года.*

Расчетный коэффициент замещения – 80%.

Выводы. Разработка и внедрений солнечных водонагревательных установок в Дагестане, опыт эксплуатации разработанных образцов оборудования ВИЭ и их теплотехнические, энергетические и экономические параметры показывают перспективность и экономическую целесообразность их широкого применения в сфере жилищно-коммунального хозяйства Дагестана. Актуально на региональном уровне определить комплекс мер внедрения и развития возобновляемой энергетики в регионе.

Литература

1. Алхасов, А. Б., Дибиров, М. Г. Дибирова, М. М. Перспективы использования солнечной энергии в Дагестане // *Материалы конференции «Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов».* – Махачкала, 2012. С. 324.
2. Амадзиева, Н. А. Потенциал и проблемы использования возобновляемых источников энергии в Республике Дагестан и СКФО // *Региональные проблемы преобразования экономики.* 2015. № 3. С. 24–30.
3. Амадзиева, Н. А., Хизриев, А. Ш. Возобновляемая энергетика как один из факторов энергосбережения на сельских территориях Республики Дагестан // *Региональные проблемы преобразования экономики.* 2016. № 2. С. 90–96.
4. Амадзиева, Н. А., Инвестиционная поддержка и экономическое стимулирование развития солнечных источников энергии в Дагестане // *Региональные проблемы преобразования экономики.* 2017. № 2 (76). С. 4–9.
5. Баширова, А. А., Гимбатов, Г. М. Экологические инновации в сельском хозяйстве : место и роль в

- системе инноваций // Региональные проблемы преобразования экономики. 2015. № 6 (56). С. 11–15.
6. Деневизюк, Д. А., Омарова, К. А., Елисеева, Е. М. Состояние, проблемы и направления развития социальной инфраструктуры сельских поселений Республики Дагестан // Региональные проблемы преобразования экономики. 2012. № 3 (33). С. 295–304.
7. Дибиров, М. Г., Дибирова, М. М. Состояние использования возобновляемых источников энергии в Дагестане // Материалы научной сессии «Возобновляемая энергетика : проблемы и перспективы». – Махачкала, 2014. С. 35.
8. Дибиров, М. Г., Амадзиева, Н. А., Дибирова, М. М. Методические основы оценки эффективности солнечных тепловых установок // Региональные проблемы преобразования экономики. 2018. № 6. С. 12–20.
9. Дибиров, М. Г., Амадзиев, А. М., Дибирова, М. М. Новые материалы для солнечных коллекторов // Пищевая промышленность. 2008. №11.
10. Дибиров, М. Г., Шахбанов, А. Б., Гаджиев, Г. А., Дибирова, М. М. Дома с солнечным теплоснабжением в Дагестане // Материалы V-й международной конференции «Возобновляемая энергетика : проблемы и перспективы». Вып. 6. – Махачкала, 2017. С. 262.
11. Магомедова, Н. А. Концепция развития возобновляемой энергетике Республики Дагестан как составная часть инновационной экономической политики // Региональная экономика : теория и практика. 2010. № 38. С. 20–25.
12. Магомедова, Н. А. Стратегия привлечения возобновляемых энергоресурсов в развитие потенциала энергетике как составная часть инновационной политики региона // Региональные проблемы преобразования экономики. 2011. № 1. С. 123–129.
13. Селиванов, Н. П., Мелуа, А. И., Зоколей, С. В. и др. Энергоэффективные здания. – М. : Стройиздат, 1988.
14. Сибикин, Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб. Пособие. – 2-е изд. – М. : КНОРУС, 2012.
15. Попель, О. С. Фрид, С. Е. Об использовании солнечных водонагревателей в климатических условиях средней полосы России // Проблемы энергосбережения. 2001. № 7.
16. Петросянц, В. З., Баширова, А. А. Сельское хозяйство и природная среда : проблемы экологизации развития // Проблемы развития АПК региона. 2012. Т. 11. № 3 (11). С. 175–179.
17. Фортвов, В. Е., Попель, О. С. Энергетика в современном мире. – Долгопрудный : ИД «Интеллект», 2011.
18. Фрид, С. Е., Коломиец, Ю. Г. Эффективность и перспективы использования различных систем солнечного нагрева воды в климатических условиях Российской Федерации // Теплотехника. 2011. № 11.
19. Impact of Wind Power Generation In Ireland on the Operation of Conventional Plant and the Economic Implications // ESB National Grid. 2004.
20. Dahmann, J., Baldwin, K. Understanding the Current State of US Defense Systems of Systems and the Implications for Systems Engineering // IEEE Systems Conference. – Montreal, 2008.
21. Pyster, P. Gardner. Critical Success Factors in Systems of Systems Engineering // Tactical Systems Solutions Business Unit. 2006.

References:

1. Alkhasov, A. B., Dibirov, M. G., dibirova, M. M. Prospects of solar energy use in Dagestan // Proceedings of the conference Actual problems of renewable energy resources development."- Makhachkala, 2012. P. 324.
2. Amadzieva, N. The Potential and problems of renewable energy sources in the Republic of Dagestan and the North Caucasus Federal district // Regional problems of transformation of the economy. 2015. No. 3. P. 24-30.
3. Amadzieva, N. A., hizriyev, A. S. Renewable energy as one of the factors of energy saving in rural areas of the Republic of Dagestan // Regional problems of transformation of the economy. 2016. No. 2. P. 90-96.
4. Amadzieva, N. A., Investment support and economic incentives for the development of solar energy sources in Dagestan // Regional problems of transformation of the economy. 2017. № 2 (76). P. 4-9.
5. Bashirova, A. A., Gimbatov, G. M. Environmental innovation in agriculture : the place and role in the innovation system // Regional problems of transformation of the economy. 2015. № 6 (56). P. 11-15.
6. The state of the problem and the development of the social infrastructure of rural settlements of the Republic of Dagestan // Regional transformation of the economy. 2012. № 3 (33). P. 295-304.
7. Dibirov, M. G., dibirova, M. M. state of use of renewable energy sources in Dagestan // Proceedings of the scientific session Renewable energy: problems and prospects."- Makhachkala, 2014. P. 35.
8. Dibirov, M. G., Amaziah, N. A., dibirova, M. M. Methodical bases of an estimation of efficiency of solar thermal systems // Regional problems of transformation of the economy. 2018. No. 6. P. 12-20.
9. Dibirov, M. G., Laziev, M. A., dibirova, M. M. New materials for solar collectors // Food industry. 2008. No. 11.
10. Dibirov, M. D., Shakhbanov, A. B., Hajiyev, G. A., Dibirov, M. M. Houses with solar heat supply in Dagestan // Materials for the V-th international conference Renewable energy : problems and prospects." Vol. 6. - Makhachkala 2017., P.262.
11. Magomedova, N. The Concept of development of renewable energy of the Republic of Dagestan as an integral part of innovative economic policy // Regional economy : theory and practice. 2010. No. 38. P. 20-25.
12. Magomedova, N. The strategy of attracting renewable energy resources in the development of energy potential as part of the innovation policy of the region // Regional transformation of the economy. 2011. No. 1. P. 123-129.
13. Selivanov, N. P., Melua, A. I., Sokola, S. V. and etc. energy Efficient buildings. - Moscow: Stroyizdat, 1988.
14. The my sibikin alternative Y. D. alternative and renewable sources of energy : proc. Benefit. - 2nd ed. – M. : KNORUS, 2012.

15. Popel, O. S. Frid, S. E. *on the use of solar water heaters in the climatic conditions of Central Russia // problems of energy saving.* 2001. No. 7.
16. Petrosyants, V. Z., Bashirova, A. A. *Agriculture and natural environment: problems of development of the agroindustrial complex of the region.* 2012. Vol. 11. № 3 (11). P. 175 to 179.
17. Fortov, V. E., Popel, O. S. *Energy in the modern world.* - Dolgoprudny: ID Intellect, 2011.
18. Frid, S. E., Kolomiets, *the Efficiency and prospects of using various solar water heating systems in the climatic conditions of the Russian Federation // heat Engineering.* 2011. No. 11.
19. *The impact of wind energy in Ireland on the operation of traditional power plants and economic consequences // ESB National Grid.* 2004.
20. Dahmann, J., Baldwin, K. *understanding of the current state of U.S. defense systems and their implications for systems engineering.* - Montreal, 2008.
21. Pyster And P. Gardner. *Critical success factors in systems engineering // tactical system solutions business unit.* 2006.