Статья поступила в редакцию 09.10.14. Ред. рег. № 2106 The article has entered in publishing office 09.10.14. Ed. reg. No. 2106

УДК 620.9:621.472

РЫНОК РОССИЙСКОГО СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В.А. Бутузов

ООО «Энерготехнологии»
350042 Краснодар, ул. Садовая, д. 223
Тел./факс: +7(861)2517767; e-mail: butuzov@newmail.ru

Заключение совета рецензентов: 15.10.14 Заключение совета экспертов: 20.10.14 Принято к публикации: 25.10.14

По уточненным данным Международного энергетического агентства по состоянию на 2014 г., в статье приведены значения установленной мощности, годовой выработки тепловой энергии, структуры по назначению гелиоустановок (ГУ) мира, Европы, отдельных стран, России. Представлены уточненные данные по структуре ГУ отдельных регионов и России в целом, ежегодным объемам и производителям оборудования ГУ. На основании анализа мирового опыта приведена схема субсидирования и дотаций на сооружение ГУ. На примере отдельных стран показано, как меры государственного регулирования влияют на структуру рынка ГУ. На основании данных солнечной радиации показана экономическая целесообразность сооружения ГУ в 18 регионах России, в первую очередь в Краснодарском, Ставропольском краях и в Крыму. Представленные графические зависимости значения солнечной радиации, стоимости ГУ, замещаемой энергии позволили определить приемлемые сроки окупаемости ГУ. В результате анализа технических и стоимостных показателей, статистических данных и типов потребителей тепловой энергии выполнена оценка объемов и структуры перспективного рынка ГУ России. Половину этого рынка составляют ГУ гостиниц и санаториев. Второе и третье место занимают ГУ отопления и горячего водоснабжения (ГВС) односемейных домов и солнечно-топливные котельные. Отмечены незначительные перспективы сооружения ГУ ГВС односемейных домов.

Ключевые слова: солнечное отопление, солнечные тепловые станции (СТС), площадь СТС, установленная мощность СТС, солнечные коллекторы, государственная поддержка, экономическая отдача, рынок СТС, солнечная радиация, горячее водоснабжение (ГВС) индивидуальных домов с помощью СТС, комбинированное тепло- и горячее водоснабжение с помощью СТС индивидуального дома, СТС отелей и курортов, солнечно-топливная котельная.

RUSSIAN MARKET OF SOLAR HEAT SUPPLY

V.A. Butuzov

"Energotekhnologii" Ltd
223 Sadovaya str., Krasnodar, 350042, Russia
Tel./fax: +7(862)2517767; e-mail: butuzov@newmail.ru

Referred: 15.10.14 Expertise: 20.10.14 Accepted: 25.10.14

According to some data the International Energy Agency as of 2014 in the article shows the values of the installed capacity and annual heat generation, structural diversion of solar thermal plants (STP) of the world, Europe, individual countries, and Russia. Presented an update structure of STP in individual regions and Russia as a whole, the annual volume and OEMs structure. The scheme of subsidies and grants for the construction of STP shown based on the analysis of world experience. On the example of some countries shows how government regulation makes affect on the market structure of STP. Economic feasibility facilities of STP in 18 regions of Russia, especially in Krasnodar, Stavropol and in Crimea shown based on the data of solar radiation. Presented graphic dependences values of solar radiation value, cost of STP, substitute energy possible to determine acceptable payback of STP. As a result of analysis of the technical and cost indicators, statistics and types of heat consumers estimated volumes and structure of the prospective market of STP in Russia. Half of this market is STP hotels and resorts. Second and third place is occupied by STP for space heating and domestic hot water (DHW) supply of single-family homes and solar-fuel boilers. There was a slight prospect to construct DHW STP for single-family homes.

Keywords: solar heating, solar thermal stations (STS), STS area, the installed STS capacity, solar collectors, government support, economic returns, STS market, solar radiation, STS of single-family houses domestic hot water (DHW), combined heat and DHW STS of single-family houses, STS of hotels and resorts, solar-fuel boiler room.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"



Виталий Анатольевич Бутузов

Сведения об авторе: директор ООО «Энерготехнологии» (Краснодар) д-р техн. наук, доцент. Член комитета по возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) РАН, Союза научных и инженерных обществ России, эксперт Программы развития ООН по ВИЭ.

Область научных интересов: солнечное и геотермальное теплоснабжение, энергосбережение и развитие систем теплоснабжения.

Публикации: 308.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"

Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

Солнечное теплоснабжение в мире является вторым по объемам использования видом возобновляемых источников энергии. Институт прикладных исследований AEE INTEC (Австрия) по заданию Международного энергетического агентства (МЭА) ежегодно публикует статистические данные по развитию солнечного теплоснабжения стран мира. В 2014 г. в этих материалах впервые приведены данные по гелиоустановкам (ГУ) России. При установленной мощности всех солнечных систем теплоснабжения мира 330 ГВт (471 млн м^2) с годовой выработкой тепловой энергии 281 ТВт·ч в России работали ГУ общей установленной мощностью 8,76 МВт (12514 м^2), в том числе 11504 м^2 (92%) с плоскими солнечными коллекторами (СК) и 1010 м^2 (8%) с вакуумными СК.

По уточненным данным [1], в Краснодарском и Ставропольском краях, Бурятии, Астраханской и Волгоградской областях всего эксплуатируется 307 ГУ общей площадью 16440 м^2 (13,15 МВт). На рис. 1 представлена структура ГУ России по назначению. Больше всего работает солнечно-топливных котельных – 4756 м^2 (28,9%). На втором месте ГУ гостиниц и санаториев – 3826 м^2 (23,4%). К многочисленной группе следует отнести ГУ социальных объектов – 3014 м^2 (18,3%) и производственных предприятий – 3000 м^2 (18,3%). На односемейных домах работает 1345 м^2 (8,2%) ГУ ГВС. На таких же домах на отопление и ГВС эксплуатируется 210 м^2 (1,3%) солнечных коллекторов (СК). Воздушные ГУ составляют 40 м^2 (0,2%), а ГУ плавательных бассейнов – 21 м^2 (0,1%).

Столь скромные результаты определяются рядом факторов. В России отсутствует федеральный закон об использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и государственная поддержка их развития. ГУ в вышеуказанных регионах строятся при минимальной поддержке соответствующих администраций. В стране нет серийного производства основного оборудования ГУ – СК, а применение качественных европейских СК при существующих тарифах на энергоресурсы приводит к большим срокам окупаемости.



Рис. 1. Структура гелиоустановок России по назначению по данным автора
Fig. 1. The structure of the solar thermal stations of Russia by appointment according to the author

Для развития солнечного теплоснабжения принципиально важно оценить потенциальный российский рынок. В настоящее время существует экспертная оценка этого рынка в концепции развития энергетики России до 2030 г. в размере 10 млн м^2. Ежегодно устанавливается около 5400 м^2 солнечных коллекторов, в том числе 90% импортных [2].

Россия сравнительно недавно приступила к развитию солнечного теплоснабжения, поэтому необходимо оценить структуру мирового рынка ГУ. На рис. 2, 3 приведены структуры гелиоустановок мира и Европы по назначению в 2014 г.

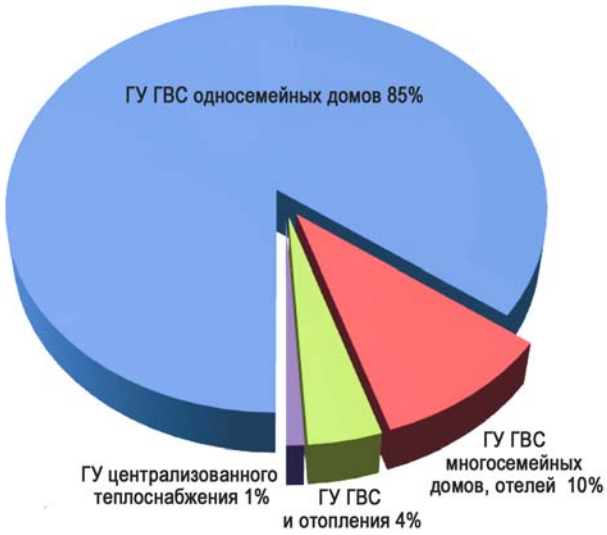


Рис. 2. Структура гелиоустановок мира по назначению в 2014 г.
Fig. 2. The structure of the solar thermal stations of the world by appointment in 2014

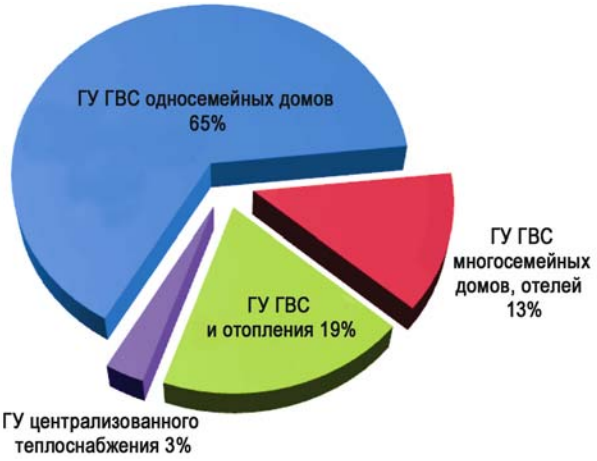


Рис. 3. Структура гелиоустановок Европы по назначению в 2014 г.
Fig. 3. The structure of the solar thermal stations in Europe by appointment in 2014

В мире преобладают ГУ горячего водоснабжения (ГВС) односемейных домов – 85%. В Европе доля таких установок меньше – 65%. На втором месте там комбинированные ГУ для отопления и ГВС – 19%. На третьем месте ГУ большой мощности ГВС для многосемейных домов, туристических и социальных объектов – 13%. В Европе каждая страна имеет свою структуру ГУ. На рис. 4 представлены такие структуры для Германии, Турции, Израиля. В Германии ГУ ГВС односемейных домов составляют 45%, а комбинированные (отопление и ГВС) – 43%. Такая структура определяется государственной поддержкой. В Израиле преобладают ГУ ГВС многосемейных домов (78%), что объясняется законодательным запретом строительства таких домов без ГУ. В Турции большинство (92%) ГУ работает на ГВС односемейных домов.

Зарубежные рынки ГУ созданы в основном мерами государственного регулирования. На рис. 5 представлена схема субсидирования и дотаций на внедрение ГУ по странам мира. В Израиле, Испании, на Кипре вновь строящиеся объекты по соответствующим законам должны обязательно оборудоваться ГУ. В Италии, Испании, Бразилии применяется государственное субсидирование их стоимости (до 55%). Субсидирование производителей солнечных коллекторов, льготные банковские кредиты на сооружение ГУ характерны для США, Израиля, Китая. Тарифные дотации при эксплуатации ГУ применяют Германия и США.



Рис. 4. Структура гелиоустановок по назначению в Германии, Турции, Израиле
Fig. 4. Structure of the solar thermal stations by appointment in Germany, Turkey, Israel

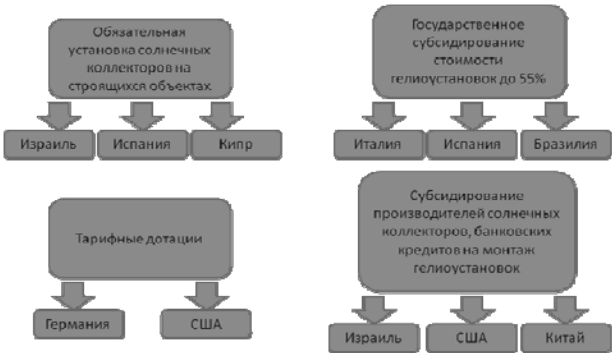


Рис. 5. Схема субсидирования и дотаций на внедрение ГУ по странам мира
Fig. 5. Diagram of subsidies and grants for the implementation of STS of the countries of the world

В России в настоящее время отсутствует государственная поддержка развития ВИЭ, в том числе солнечного теплоснабжения. Возможными мерами стимулирования развития могут быть: субсидии регио-

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

нальных бюджетов для развития малого бизнеса, специальные тарифы на электроэнергию, при использовании ГУ рекомендуемые РЭК (Региональными энергетическими комиссиями), субсидии производителям оборудования ГУ.

Перспективы развития российской гелиотехники определяются в основном уровнем суммарной солнечной радиации регионов и окупаемостью ГУ в сравнении с традиционными энергоустановками.

В соответствии с рис. 6 [3] значение суммарной радиации на горизонтальной поверхности от 3 до 4,5 кВт·ч/м^2·день имеют 18 регионов, среди которых приоритетны Краснодарский, Ставропольский края и Крым, где имеются высокие значения солнечной радиации, перспективы экономического роста, опыт практического использования ГУ.

Упрощенная оценка окупаемости ГУ в зависимости от уровня солнечной радиации, КПД СК, стоимости замещаемого топлива, удельной стоимости ГУ (рис. 7) позволяет определить приемлемый срок окупаемости.

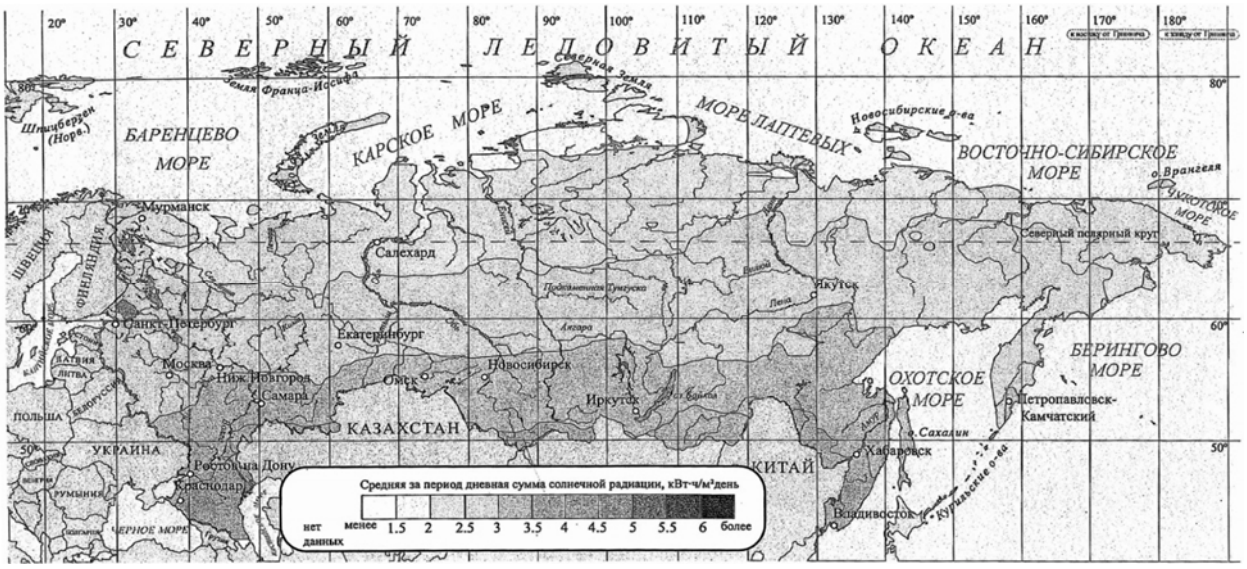


Рис. 6. Суммарная солнечная радиация на горизонтальной поверхности
Fig. 6. The total solar radiation on a horizontal surface

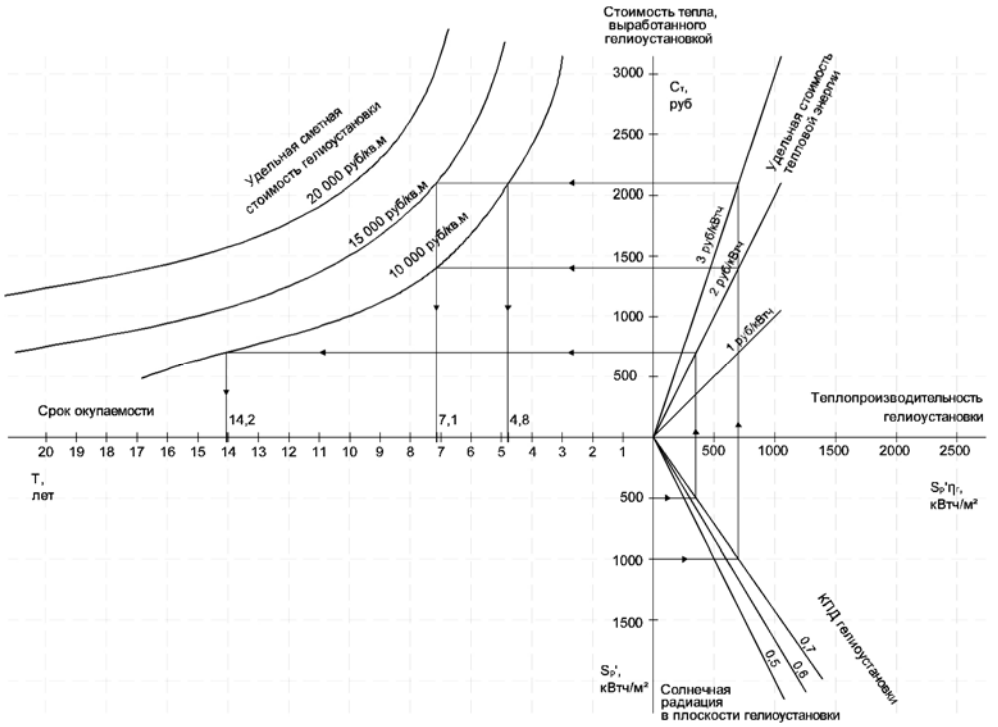


Рис. 7. График окупаемости гелиоустановок
Fig. 7. Payback schedule of solar thermal stations

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

Как следует из рис. 7, в России приемлемые (до 7 лет) сроки окупаемости имеют гелиоустановки южных регионов страны [4] с годовой солнечной радиацией в плоскости коллекторов 1000-2000 кВт·ч/м^2, с удельной стоимостью до 15 000 руб./м^2 и круглогодичным режимом работы при замещении тепловой энергии стоимостью от 2 руб./кВт·ч.



Рис. 8. Термосифонная гелиоустановка ГВС
Fig. 8. Thermosyphon solar thermal plant for DHW

ГУ ГВС односемейных домов выполняются в основном термосифонными (рис. 8). В отличие от других стран мира, в России они не получили широкого применения из-за их относительной дороговизны (поставки зарубежных производителей) и относительной дешевизны замещаемой энергии. Практически они могут конкурировать только с электронагревателями. Для самой простой ГУ (с естественной циркуляцией – термосифонной) односемейного дома с баком на 150 литров (семья из 3 человек при суточном расходе 50 л/чел.) со стоимостью ГУ с установкой 40-50 тыс. руб. и тарифом на электроэнергию 3,76 руб./кВт для условий солнечной радиации Краснодарского края при круглогодичной эксплуатации окупаемость составит 7 лет. При снижении этого срока до 3 лет для массового спроса стоимость таких ГУ не должна превышать 20 тыс. руб., что меньше стоимости ГУ китайских производителей при отсутствии гарантии их качества. В России сертифицированные СК производит только НПО «Машиностроение» (п. Реутово, Московская область) при оптовой стоимости СК площадью 2 м^2 около 12 тыс. руб. Насосные ГУ с разнесенным расположением СК и бака-аккумулятора (рис. 9) имеют стоимость в 1,5-3 раза большую, чем термосифонные. Соответственно, возрастает их срок окупаемости. В результате анализа предложений российских поставщиков ГУ по экспертной оценке в России при отсутствии государственной поддержки рынок ГУ ГВС односемейных домов в отличие от других стран мира не является самым массовым. Его объемы оцениваются в настоящее время до 30 тыс. м^2.



Рис. 9. Оборудование комплектных гелиоустановок
Fig. 9. Complete solar installations equipment

Гелиоустановки ГВС многосемейных домов, санаториев и гостиниц России составляют второй по значимости сектор (23,4%). Оценка рынка этого сектора выполнена для Краснодарского края, который занимает в России первое место по числу отдыхающих. Согласно данным статистического сборника [5], в данном регионе ежегодно отдыхает около 10 млн чел. При этом большинство людей (93%) предпочитает побережье Черного и Азовского морей. Согласно статистике в коллективных средствах размещения (санаториях, гостиницах) отдохнуло 2726 тыс. чел. (21,6%), а самостоятельно (мини-отели, аренда квартир и домов, кемпинги) – 4365 тыс. чел. (34,6%). Максимальное число отдыхающих зафиксировано в августе. В августе курорты посетили 40% всех самостоятельных отдыхающих, что составляет 1746 тыс. чел. 58% коллективных средств размещения имеет сезонный характер (июнь, июль, август, сентябрь). Соответственно, среднее ежемесячное число отдыхающих там составляет 395 тыс. чел. Таким образом, в августе общее число отдыхающих достигает 2141 тыс. чел. При суточном потреблении одним человеком 50 литров горячей воды средняя площадь СК составит 0,5 м^2/чел. Соответственно, на ГВС площадь ГУ для отдыхающих в августе составит 1070 м^2. Для экспертной оценки при оснащении гелиоустановками только половины отелей и санаториев Краснодарского края их количество составит около 1070 тыс. м^2.

Согласно Методике оценки экономической окупаемости [4] для ГУ гостиниц при использовании СК НПО «Машиностроение» (Реутово, Московская область) при стоимости 7 тыс. руб./м^2 и замещении ими электронагрева при стоимости с 01.07.2014 г. в Краснодарском крае 3,76 руб./кВт·ч (одноставочный тариф) срок окупаемости составит 6-7 лет, что весьма значительно для субъектов малого предпринимательства, которые составляют большинство в этом секторе. Согласно статистике, в Краснодарском крае

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

даже в секторе коллективных мест размещения доля малого бизнеса составляет 76,4%.

Согласно статистике [5], если Краснодарский край по числу отдыхающих на первом месте (13,19%), на втором месте Ставропольский край (3,59%). С 2014 г. вторым по значимости рынком ГУ является Крым. Другие регионы (Ленинградская, Челябинская области, Татарстан) неперспективны по потенциалу солнечной радиации. Следовательно, потенциальный рынок ГУ отелей и санаториев можно оценить в 1070 тыс. м^2. Стимулирование строительства таких гелиоустановок в современных условиях в Краснодарском крае осуществляется субсидиями малому бизнесу согласно программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» на территории Краснодарского края на период 2011-2020 гг.

Как следует из рис. 3, в Европе, близкой по условиям солнечной радиации к южным регионам России, в структуре ГУ на втором месте (19%) комбинированные установки (отопление и ГВС). В Германии (рис. 4) их доля составляет почти половину (43%). В России в ряде регионов с высокой стоимостью электроэнергии получили распространение комбинированные ГУ. Так, в Хабаровском крае такие установки строятся с плоскими СК фирмы «Аристон». При этом их площадь определяется в основном местом размещения СК. В статье [6] на примере 2-этажного коттеджа общей площадью 400 м^2 в г. Геленджике при размещении СК на всей площади кровли в самом холодном для этого города месяце – январе ГУ выработает только 60% потребного количества тепловой энергии на отопление и ГВС. Отопительные нагрузки полностью будут покрываться в октябре, ноябре, марте, апреле. В то же время в летнее время будет иметь место 20-кратная избыточная производительность ГУ.

По опыту Германии средняя площадь комбинированных ГУ составляет 30-40 м^2. По статистике, в России в 2013 г. было 17,8 млн односемейных жилых домов (ОЖД) общей площадью 1058 млн м^2. Ежегодный прирост строительства ОЖД составил около 2%, или 360 тыс. шт. При установке на 5% вновь строящихся ОЖД при средней площади ГУ 30 м^2 общая годовая потребность ОЖД составит 540 тыс. м^2.

Как следует из рис. 1, в России наибольшее количество СК эксплуатируется на солнечно-топливных котельных (28,9%). В европейских странах наилучшие экономические показатели имеют ГУ большой мощности мегаваттного класса [7], стоимость тепловой энергии которых ниже традиционных котельных на органическом топливе. В России результаты эксплуатации ГУ большой мощности, например в г. Нариманове Астраханской области площадью 4400 м^2, пока отсутствуют. В то же время в Краснодарском крае эксплуатируется ГУ котельных малой мощности площадью 20-50 м^2 со сроком окупаемости 3-5 лет [8]. Приемлемые сроки окупаемости определяются сокращением в летнее время эксплуатационного персонала и экономией топлива в котлах.

На примере Краснодарского края выполнена оценка потребности в солнечно-топливных котельных. В данном регионе для теплоснабжения работает 8280 котлов установленной мощностью 9200 МВт [9], из которых котлы малой мощности составляют 2120 МВт. При оборудовании СК 5% этих котельных общая мощность солнечно-топливных котельных Краснодарского края составит 106 МВт (150 тыс. м^2). Оценка годовой потребности России в целом в солнечно-топливных котельных достигает 450 тыс. м^2.

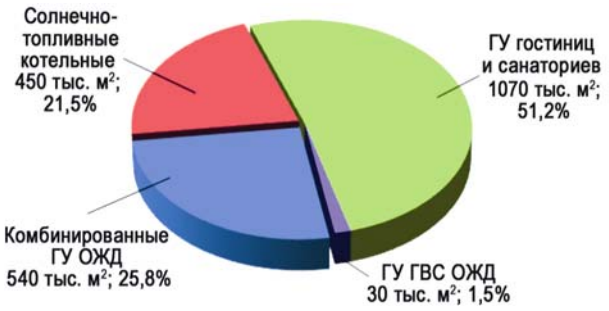


Рис. 10. Структура потенциального годового рынка гелиоустановок по назначению
Fig. 10. The structure of the potential annual market of solar thermal systems by appointment

С учетом изложенного потенциальный российский рынок СК может составить (рис. 10) 2090 тыс. м^2, в том числе гостиницы и санатории – 1070 тыс. м^2, комбинированные ГУ ОЖД (отопление и ГВС) – 540 тыс. м^2, солнечно-топливные котельные – 450 тыс. м^2, ГУ ГВС для ОЖД – 30 тыс. м^2.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

Список литературы

1. Бутузов В.А. Солнечное теплоснабжение в регионах России // Энергосбережение. 2014. № 6. С. 76-79.

2. Бутузов В.А. Новости российской гелиотехники // Новости теплоснабжения. 2013. № 10. С. 24-26.

References

1. Butuzov V.A. Solnečnoe teplosnabženie v regionah Rossii // Ènergosbereženie. 2014. № 6. S. 76-79.

2. Butuzov V.A. Novosti rossijskoj geliotehniki // Novosti teplosnabženiâ. 2013. № 10. S. 24-26.

3. Попель О.С., Фрид С.Е., Коломиец Ю.Т., Киселева С.В., Терехова Е.Н. Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России. М.: ОИВТ РАН, 2010.

4. Бутузов В.А., Брянцева Е.В., Бутузов В.В., Гнатюк И.С. Экономическая целесообразность сооружения гелиоустановок // Энергосбережение. 2012. № 8. С. 72-74.

5. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики. Курортно-туристический комплекс Краснодарского края. Краснодар, 2011.

6. Бутузов В.А., Брянцева Е.В., Бутузов В.В. Комбинированное теплоснабжение объектов с использованием солнечной энергии // Промышленная энергетика. 2006. № 12. С. 39-41.

7. Бутузов В.А. Солнечное теплоснабжение в России. Проектирование, строительство, эксплуатация. Lamber Academic Publishing, Германия. Саар-Брюкен. 2012.

8. Бутузов В.А., Брянцева Е.В., Бутузов В.В. Гелиоустановки котельных малой мощности // Промышленная энергетика. 2007. № 6. С. 43-44.

9. Бутузов В.А. Анализ состояния котельного парка Краснодарского края и пути повышения его экономичности // Промышленная энергетика. 1985. № 3. С. 6-8.

3. Popel' O.S., Frid S.E., Kolomiec Û.T., Kiseleva S.V., Terehova E.N. Atlas resursov solnečnoj ènergii na territorii Rossii. M.: OIVT RAN, 2010.

4. Butuzov V.A., Brânceva E.V., Butuzov V.V., Gnatûk I.S. Èkonomičeskaâ celesoobraznost' sooruženiâ gelioustanovok // Ènergosbereženie. 2012. № 8. S. 72-74.

5. Territorial'nyj organ federal'noj služby gosudarstvennoj statistiki. Kurortno-turističeskij kompleks Krasnodarskogo kraâ. Krasnodar, 2011.

6. Butuzov V.A., Brânceva E.V., Butuzov V.V. Kombinirovannoe teplosnabženie ob"ektov s ispol'zovaniem solnečnoj ènergii // Promyšlennaâ ènergetika. 2006. № 12. S. 39-41.

7. Butuzov V.A. Solnečnoe teplosnabženie v Rossii. Proektirovanie, stroitel'stvo, èkspluataciâ. Lamber Academic Publishing, Germaniâ. Saar-Brûken. 2012.

8. Butuzov V.A., Brânceva E.V., Butuzov V.V. Gelioustanovki kotel'nyh maloj mošnosti // Promyšlennaâ ènergetika. 2007. № 6. S. 43-44.

9. Butuzov V.A. Analiz sostoâniâ kotel'nogo parka Krasnodarskogo kraâ i puti povyšeniâ ego èkonomičnosti // Promyšlennaâ ènergetika. 1985. № 3. S. 6-8.

Транслитерация по ISO 9:1995

International Publishing House for scientific periodicals "Space"

Международный издательский дом научной периодики "Спейс"