

## Гелиоустановки: основные факторы экономической окупаемости

Бутузов В. А., доктор техн. наук

ОАО «Южгеотепло», Краснодар

Брянцева Е. В., Бутузов В. В., Гнатюк И. С., инженеры

ООО «Энерготехнологии», Краснодар

Зарубежный рынок гелиоустановок (ГУ) создан преимущественно с использованием государственных субсидий. При отсутствии таковых в России срок окупаемости ГУ предложено определять по упрощенной формуле и графику, построенному на ее основе, в зависимости от удельной стоимости ГУ, интенсивности солнечной радиации, КПД ГУ, стоимости замещаемой энергии.

**Ключевые слова:** гелиоустановки, государственное субсидирование, срок окупаемости, удельная стоимость ГУ, интенсивность солнечной радиации, КПД ГУ, стоимость замещаемой энергии, структура сметной стоимости.

Для современной зарубежной энергетики характерно широкое использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). При этом активно применяются меры государственной поддержки. На рис. 1 на примере солнечных установок теплоснабжения (гелиоустановок) показано, как в отдельных странах стимулируется их развитие. В Израиле, Испании, на Кипре вновь строящиеся объекты по соответствующим законам должны обязательно оборудоваться ГУ. Другие страны (Италия, Испания, Бразилия) применяют государственное субсидирование их стоимости (до 55 %). Субсидирование производителей солнечных коллекторов (СК), выделение льготных банковских кредитов на сооружение гелио-

установок характерны для США, Израиля, Китая. Тарифные дотации при эксплуатации гелиоустановок применяют Германия и США. В России в настоящее время отсутствует федеральный закон об использовании ВИЭ, а законодательство по отдельным их видам находится в стадии разработки.

При фактическом отсутствии государственной поддержки, относительно низкой стоимости тепловой энергии, высокой цене оборудования в южных регионах России реализовано несколько крупных проектов гелиоустановок. В Усть-Лабинске Краснодарского края построена ГУ для районной больницы площадью 600 м<sup>2</sup> [1]. В Краснодарском же крае сооружена геотермально-солнечная сис-

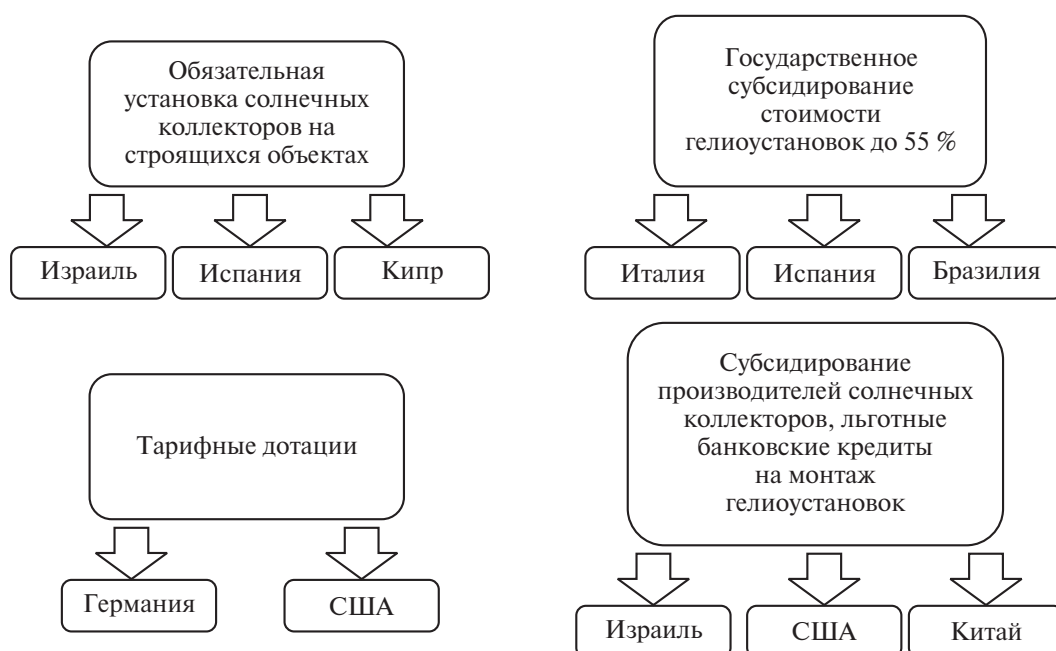


Рис. 1

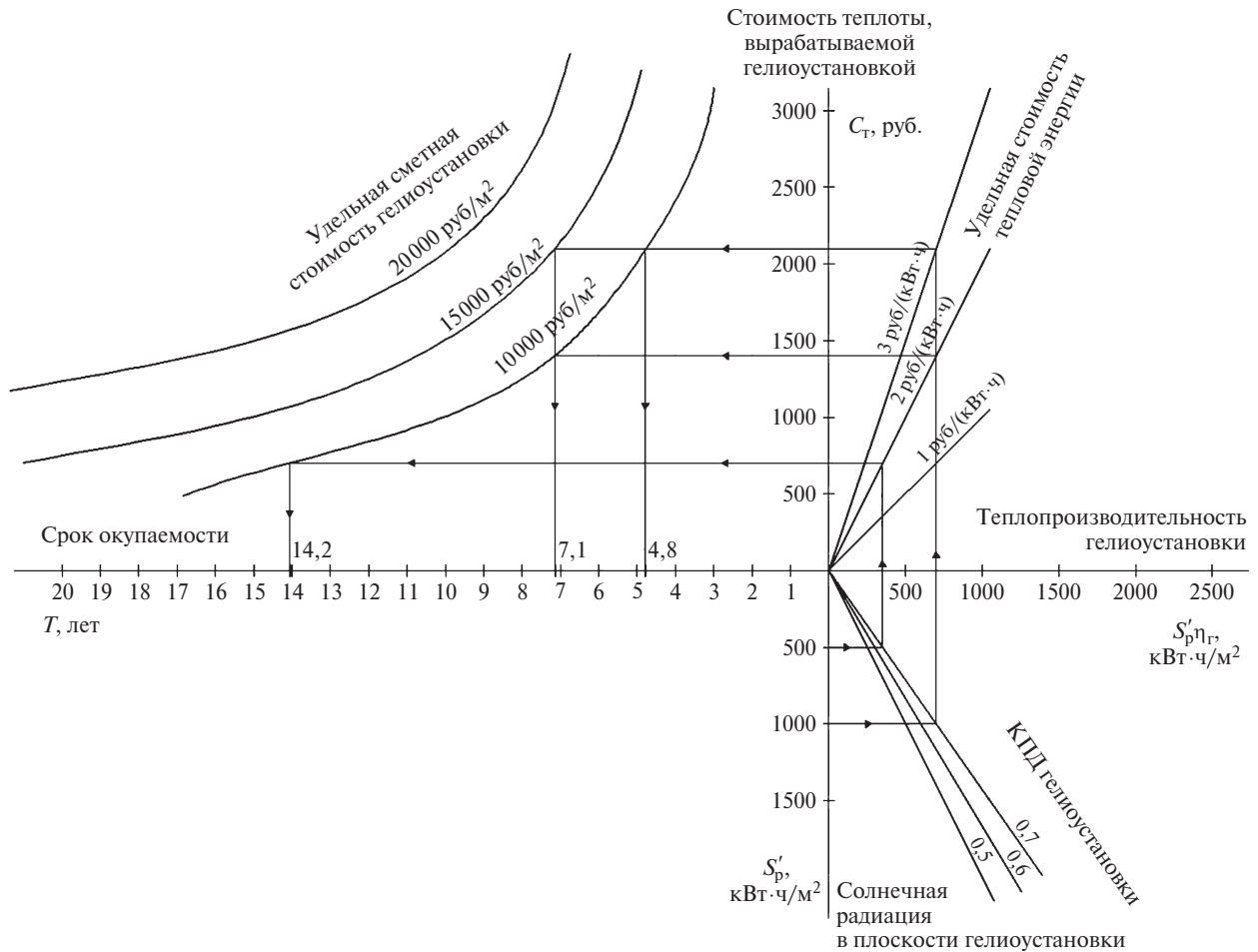


Рис. 2

тема теплоснабжения пос. Розовый [2]. Гелиоустановка котельной площадью  $4400 \text{ м}^2$  строится в г. Нариманове Астраханской области.

Сооружению крупных гелиоустановок предшествуют расчеты их экономической окупаемости. Многолетний опыт сооружения гелиоустановок в Краснодарском крае [1] (более 100 ГУ общей площадью  $7000 \text{ м}^2$ ) показал, что в общем случае при определенных упрощениях срок экономической окупаемости целесообразно рассчитывать по формуле

$$T = \frac{K_p(1+K_0)}{\sum S_p K_\eta \eta_T C_T K_n}, \quad (1)$$

где  $K_p$  — удельная стоимость гелиоустановки, руб/ $\text{м}^2$ ;  $K_0$  — коэффициент эксплуатационных затрат;  $\sum S_p$  — суммарная интенсивность солнечной радиации в плоскости СК, кВт·ч/год;  $\eta_T$  — КПД гелиоустановки;  $K_\eta$  — поправочный коэффициент режимов работы;  $C_T$  — стоимость замещаемой тепловой энергии (тариф), руб/(кВт·ч);  $K_n$  — прогнозный коэффициент роста тарифа.

Удельная стоимость гелиоустановок  $K_p$  площадью более  $50 \text{ м}^2$ , как правило, вдвое превышает удельную стоимость солнечных коллекторов. Типовая структура сметной стоимости ГУ для условий Краснодарского края следующая: солнечные коллекторы — 56 %, оборудование, трубопроводы, материалы — 25, проектирование — 9, буферный бак — 5, прочие расходы — 5 %. Сопоставление этой структуры с аналогичной для условий Германии [3] не выявило существенных различий. При стоимости СК на российском рынке от 5000 руб/ $\text{м}^2$  (Китай) до 25 000 руб/ $\text{м}^2$  (Германия) удельная стоимость гелиоустановок составляет от 10 000 до 50 000 руб/ $\text{м}^2$ . Для гелиоустановок малой площадью (до  $50 \text{ м}^2$ ), как правило, доля СК в общей сметной стоимости существенно меньше.

Коэффициент эксплуатационных затрат  $K_0$  определяется затратами электроэнергии на привод насосов и стоимостью сервисного обслуживания. Опыт эксплуатации ГУ показал незначительность этих затрат (1–2 % смет-

ной стоимости), что позволяет пренебречь этим коэффициентом в дальнейших расчетах.

Суммарная интенсивность солнечной радиации в плоскости СК  $\Sigma S_p$  вычисляется по известным методикам [1] на основе данных климатических справочников или компьютерных баз данных. Поправочный коэффициент режимов работы  $K_z$  учитывает нецелесообразность работы ГУ при низких значениях интенсивности солнечной радиации в утренние и вечерние часы, когда автоматика отключает циркуляцию теплоносителя через СК. Данный коэффициент оценивается в 10 – 15 %. С учетом погрешности при обработке значений интенсивности солнечной радиации этим коэффициентом можно пренебречь.

Стоимость замещаемой гелиоустановкой тепловой энергии  $C_T$  изменяется в широком диапазоне. Ее значение минимально при использовании природного газа и максимально при замещении электрической энергии. КПД гелиоустановки  $\eta_r$  определяется эффективностью применяемой конструкции СК и составляет от 60 до 75 %.

С учетом изложенного формулу (1) можно записать в виде

$$T = \frac{K_p}{\Sigma S_p \eta_r C_T}. \quad (2)$$

На рис. 2 представлены графики для предварительного определения сроков окупаемости гелиоустановок, полученные с помощью формулы (2). Из рисунка следует, что приемлемые сроки окупаемости (до 7 лет) имеют гелиоустановки южных регионов страны с удельной стоимостью до 15 000 руб/м<sup>2</sup> с круглогодичным режимом работы при замещении тепловой энергии стоимостью от 2 руб/(кВт·ч). Для примера рассмотрен ва-

риант круглогодичной гелиоустановки с удельной сметной стоимостью 10 000 руб/м<sup>2</sup> и КПД СК — 70 % при интенсивности суммарной солнечной радиации в плоскости СК 1000 кВт·ч/м<sup>2</sup> и замещении тепловой энергии стоимостью 3 руб/(кВт·ч), т. е. от электроэнергии. Срок окупаемости такой гелиоустановки составляет 4,8 года. Для гелиоустановки с более дорогими СК и более высокой удельной сметной стоимостью при остальных аналогичных параметрах срок окупаемости увеличивается до 7,1 года. Существенно увеличивает срок окупаемости менее дорогая замещаемая тепловая энергия. При удельной сметной стоимости гелиоустановки 10 000 руб/м<sup>2</sup>, стоимости замещаемой тепловой энергии газовой котельной 2 руб/(кВт·ч) и остальных аналогичных параметрах срок окупаемости также составит 7,1 года. Для сезонной гелиоустановки при вдвое меньшей интенсивности солнечной радиации в плоскости СК (500 кВт·ч/м<sup>2</sup>) и тарифе 2 руб/(кВт·ч) срок окупаемости возрастет вдвое — до 14,2 лет.

Аналитическая зависимость (2) и график на рис. 2 позволяют на предварительной стадии оценить экономическую целесообразность сооружения гелиоустановки и влияние основных параметров на срок окупаемости.

#### Список литературы

1. **Бутузов В.** Солнечное теплоснабжение в России. Проектирование, строительство, эксплуатация. — Академическое издательство “Ламбер” (Германия), 2012.
2. **Бутузов В., Томаров Г.** Геотермальное энергоснабжение южного региона России. Ресурсы, использование, перспективы. — Академическое издательство “Ламбер” (Германия), 2012.
3. **Реммерс К.-Х.** Большие солнечные системы теплоснабжения. — Солнечная практика. Берлин, 2001.

**butuzov@newmail.ru**