

## Динамика роста бройлеров

Дни	Gasolec, 5 рядов	Светодиоды, 2 ряда	Норма
14	388	370	420
21	728	760	750
28	1150	1222	1200
35	1690	1728	1660
40	1872	1923	2100

На представленном рисунке показан птичник (вид сверху), на котором наглядно изображено расположение систем освещения.

В ходе сравнительных испытаний были выявлены следующие преимущества светодиодного освещения по сравнению с существующей системой освещения Gasolec.

К первому преимуществу относится экономия электроэнергии, так как за исследуемый период светильники на базе лам Gasolec потребили 28,3 кВт, а светодиодные светильники — 9,7 кВт. Таким образом, при сравнении двух систем освещения наблюдается значительное снижение затрат на электроэнергию (в 3 раза).

Ко второму преимуществу относится более быстрое наращивание живой массы, так как светоди-

одное освещение оказало положительное влияние на динамику роста бройлеров (таблица).

Из таблицы видно, что при светодиодном освещении птица быстрее набирала живую массу, чем при системе Gasolec. Следовательно, светодиодные источники целесообразно использовать для освещения цыплят бройлеров.

## Выводы

Использование светодиодного освещения позволяет снизить затраты на электроэнергию в 3 раза.

При использовании светодиодного освещения наблюдается более быстрое накопление живой массы у цыплят.

В ходе исследований светодиодного освещения полученные результаты говорят о целесообразности дальнейшего исследования светодиодов при выращивании птицы.

## Список литературы

1. Смирнов Б.В., Смирнов С.Б. Птицеводство от А до Я. — М.: Феникс, 2007. — 256 с.
2. Classen H.L., Riddell C., Robinson F.E. Effects of increasing photoperiod length on performance and health of broiler chickens // Br. Poult. 1991. Sci. 32:21–29.
3. Кочиш И.И., Петраш М.Г., Смирнов С.Б. Птицеводство. — М.: КолосС, 2004. — 408 с.

УДК 620:9

*Е.А. Муравлёва*

*С.П. Рудобахта, доктор техн. наук*

Московский государственный агроинженерный университет имени В.И. Горячкина

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ФЕРМЕРСКОГО ДОМА

Солнечная энергетика является самым быстро развивающимся направлением в области возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на территории Европы [1]. В России она применяется в относительно небольших масштабах, хотя наблюдается быстрый рост объемов ее применения. Существуют два возможных варианта использования солнечной радиации: улавливание солнечной энергии и преобразование ее с помощью фотоэлементов в электрическую энергию; преобразование ее в теплоту с помощью солнечных коллекторов [2].

Энергетический потенциал Солнца на территории России оценивается в 12,5 млн т условного топлива в год [2]. Плотность потока солнечной энергии, достигающей поверхности Земли, зависит от времени года и широты местности, а суммарное количество солнечной энергии, поступившее

на определенную площадь Земли, зависит от продолжительности солнечного излучения. Потенциал солнечной энергии наиболее велик на юго-западе страны, в Южной Сибири и на Дальнем Востоке. Именно в этих районах рекомендуется использование солнечных коллекторов [3].

Для исследования эффективности преобразования энергии солнечного излучения для ГВС фермерского дома было выбрано 11 регионов России, расположенных в районе городов Псков, Санкт-Петербург, Астрахань, Сочи, Красноярск, Чита, Якутск, Салехард, Петропавловск-Камчатский, Владивосток, Екатеринбург. Суммарная годовая интенсивность солнечного излучения  $q_{\text{год}}$  в выбранных регионах представлена в табл. 1. Наименьшее годовое солнечное излучение  $q_{\text{год}}$  имеет место в районе Санкт-Петербурга и составляет 846,7 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Регионы в районе Астрахани, Сочи

Таблица 1

**Величина солнечного излучения на единицу горизонтальной поверхности в выбранных регионах**

Город	$q_{\max}$ , кВт·ч/м <sup>2</sup> (июнь)	$q_{\min}$ , кВт·ч/м <sup>2</sup> (декабрь)	$q_{\text{год}}$ , кВт·ч/м <sup>2</sup>
Санкт-Петербург	161,8	2,2	846,7
Салехард	168,3	0,0	903,3
Псков	165,2	5,6	918,4
Красноярск	173,6	9,5	989,0
Якутск	182,3	4,8	1043,3
Екатеринбург	172,2	12,9	1053,1
Петропавловск-Камчатский	157,1	23,5	1079,4
Чита	180,0	24,6	1221,6
Владивосток	130,2	58,2	1299,8
Сочи	200,5	35,0	1375,9
Астрахань	211,7	26,9	1382,4

и Владивостока обладают максимальным годовым солнечным излучением.

Из таблицы видно, что наблюдаются большие сезонные колебания в приходе солнечной энергии. Так, на широте 60° (в Санкт-Петербурге) суточный приход солнечной радиации в декабре составляет  $q_{\min} = 2,2$  кВт·ч/м<sup>2</sup>, а в июле —  $q_{\max} = 161,8$  кВт·ч/м<sup>2</sup>.

Из-за климатических особенностей солнечные коллекторы нельзя использовать в качестве круглогодичного источника горячего водоснабжения в районах с полярными ночами, в период которых солнечная радиация составляет 0 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Салехард является одним из таких городов.

Площадь солнечного коллектора  $A$ , необходимая для покрытия нужд в горячем водоснабжении для семьи из 5 чел. была рассчитана по формуле (1):

$$A = \frac{G}{\sum_{i=1}^n g_i}, \quad (1)$$

где  $G = 500$  кг — суточный расход горячей воды на семью из пяти человек в системе горячего водоснабжения, кг, определенный согласно СНиП 2.04.01–85;  $g_i$  — часовая производительность установки, отнесенная к 1 м<sup>2</sup> поверхности солнечного коллектора, кг/м<sup>2</sup>;  $n$  — количество часов светового дня.

Результаты расчета площади солнечных коллекторов приведены на рис. 1. Результаты расчетов показывают, что, для того чтобы покрыть дневную норму в ГВС семьи из 5 чел. вблизи городов Владивостока и Сочи, необходимо установить СК площадью 0,6 и 0,9 м<sup>2</sup> соответственно. Максимальная площадь солнечной установки (17 м<sup>2</sup>) потребуется для ГВС в районе Санкт-Петербурга.

Существует ряд отечественных производителей СК (ОАО «Ковровский механический завод» — СК КМЗ, НПО «Машиностроения» — СК «Сокол»,

ОАО «Альтэн» — СК «Альтэн-1»), но большинство продукции СК на рынке солнечных установок представлено зарубежными фирмами из Германии, Италии, Австрии и США.

По проведенным авторами подсчетам средняя стоимость отечественных плоских СК составляет 8500 р./м<sup>2</sup>, что сегодня существенно ниже зарубежных при практически одинаковом качестве. Средняя стоимость квадратного метра плоского СК у зарубежных производителей составляет в среднем около 12 435 р./м<sup>2</sup>, а вакуумированного — 18 856 р./м<sup>2</sup>.

Срок окупаемости СК зависит от стоимости оборудования и цен на тепловую энергию в регионе. Стоимость 1 м<sup>2</sup> горячего водоснабжения в различных частях страны отличается в 6...7 раз, так, стоимость ГВС в рассматриваемых областях варьируется от 41,75 р. в Санкт-Петербурге до 269,67 р. в Петропавловске-Камчатском. Проведенные расчеты срока окупаемости показали, что в среднем он составляет 5,5 лет для плоского  $CO_{\text{пл}}$  и 7 лет для вакуумированного  $CO_{\text{вак}}$  коллектора (рис. 2). Максимальная величина  $CO_{\text{пл}} = 34$  года и  $CO_{\text{вак}} = 49$  лет наблюдается в Санкт-Петербурге, это связано с невысокой освещенностью местности и дешевой стоимостью горячего водоснабжения.

Срок службы солнечных коллекторов составляет 15...30 лет [3], это свидетельствует о том, что использование солнечных коллекторов во всех регионах России является эффективным, так как срок окупаемости установок меньше 15 лет. Красноярск находится на границе указанных величин, т.е. оборудование окупится непосредственно перед выходом из эксплуатации.

По проведенным расчетам срок окупаемости установки в Санкт-Петербурге превышает срок ее эксплуатации, это делает более предпочтительным использование других источников тепловой энергии. Салехард находится в зоне полярного круга,

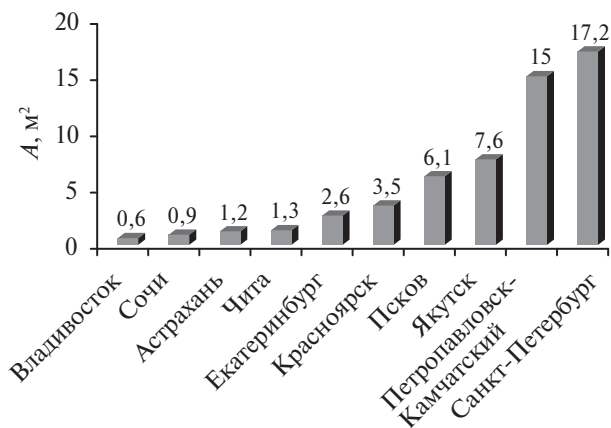


Рис. 1. Площадь солнечных коллекторов, покрывающая потребность в горячем водоснабжении семьи из 5 чел. в декабре в различных регионах России

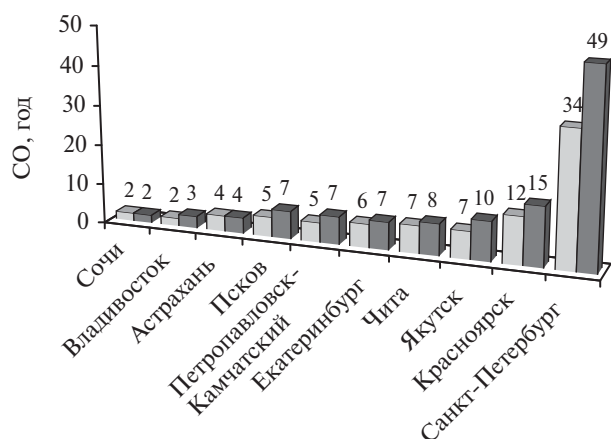


Рис. 2. Срок окупаемости солнечных коллекторов в различных регионах России

и интенсивность солнечного излучения в декабре равна нулю. Но использование установки в другие месяцы окупается за 13 лет при плоском коллекторе и за 18 лет при вакуумированном коллекторе. В период нулевой интенсивности солнечного излучения следует прибегать к использованию альтернативных источников горячего водоснабжения, таких как электрический котел или дизель-генератор.

В связи с этим подсчитаны денежные затраты на ГВС с помощью централизованного отопления (ДЗ<sub>ГВС 15, р.</sub>), электрического котла (ДЗ<sub>ЭК 15, р.</sub>), дизель-генератора (ДЗ<sub>ДГ 15, р.</sub>), плоского и вакуумированного солнечных коллекторов (ДЗ<sub>СК.пл 15, р.</sub> и ДЗ<sub>СК.ВАК 15, р.</sub>), результаты расчетов представлены в табл. 2.

Срок окупаемости большинства солнечных коллекторов составляет 5...7 лет, что делает возможным сэкономить значительную сумму денежных средств при их использовании в течение периода эксплуатации (15 лет). Так, использование солнечного коллектора в Петропавловске-Камчатском позволяет получить прибыль в размере от 408 386 р. при использовании плоского коллектора до 504 701 р. при использовании вакуумированного.

В городах с плохой солнечной освещенностью срок окупаемости может превышать срок эксплуатации, что делает использование солнечных коллекторов не только не прибыльными, но и даже убыточными. Так, в Санкт-Петербурге плоские установки не окупятся на 146 587 р., а вакуумированные — на 257 029 р. В городах с подобными условиями не следует отказываться от централизованного горячего водоснабжения

или следует рассмотреть возможность ГВС с помощью электрического котла или дизель-генератора.

Из перечисленных вариантов ГВС с помощью электрического котла и дизель-генератора наиболее экономически выгодным является первый вариант (ДЗ<sub>ЭК 15</sub> = 84 595 р.). Если к дому не подведено централизованное электроснабжение, то использование электрического котла в данном случае не представляется возможным. В этом случае для ГВС можно использовать дизель-генератор. При сравнении СК и дизель-генератора в климатических условиях Санкт-Петербурга более выгодным является использование первого варианта, хотя он и не окупится за 15 лет, но затраты при этом будут меньше на 71 969 р. при использовании плоского СК и 182 411 р. при использовании вакуумированного СК, чем при применении дизель-генератора.

Использование энергии солнечного излучения для горячего водоснабжения фермерского дома является эффективным практически во всех рассмотренных регионах. Солнечные коллекторы окупаются за 5...7 лет и за оставшийся период эксплуатации позволяют получить прибыль от 55 128 р. до 504 701 р. в зависимости от региона страны.

**Список литературы**

1. REN21. 2012. Renewables 2012, Global Status Report (Paris: REN21 Secretariat). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR2012\\_low%20res\\_FINAL.pdf](http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR2012_low%20res_FINAL.pdf)
2. Рудобашта С.П. Теплотехника. — М.: КолосС, 2010. — 600 с.
3. Попель О.С., Фрид С.Е. Солнечные водонагревательные установки в климатических условиях России // Энергия: экономика, техника, экология. — 2002. — № 12. — С. 26–35.

Таблица 2

**Денежные затраты на ГВС индивидуального фермерского дома с помощью различных источников тепловой энергии за 15 лет эксплуатации**

Город	Горячее водоснабжение	Электрический котел	Дизель-генератор	Солнечный коллектор	
	ДЗ <sub>ГВС 15, р.</sub>	ДЗ <sub>ЭК 15, р.</sub>	ДЗ <sub>ДГ 15, р.</sub>	ДЗ <sub>СК.пл 15, р.</sub>	ДЗ <sub>СК.ВАК 15, р.</sub>
Псков	350 370	125 395	327 881	+227 523	+188 355
Санкт-Петербург	114 285	84 595	328 998	146 587	257 029
Астрахань	248 625	118 300	306 381	+186 702	+178 997
Сочи	546 975	125 710	310 011	+488 792	+483 013
Красноярск	114 285	172 705	329 463	+23 772	0
Чита	126 630	92 470	344 728	+63 475	+55 128
Якутск	297 870	136 645	385 494	+156 365	+107 566
Салехард	334 440	187 210	315 037	53 666	67 048
Петропавловск-Камчатский	738 225	164 275	393 592	+504 701	+408 386
Владивосток	338 220	92 545	364 925	+283 761	+279 909
Екатеринбург	210 735	200 770	325 740	+131 406	+114 711