

ENERGY CONVERSION MODULE
Kuz'min I.I. (Russian Federation)
Email: Kuz'min534@scientifictext.ru

*Kuz'min Ilya Ivanovich – Bachelor,
DEPARTMENT OF AUTOMATION OF TELECOMMUNICATIONS COMPANIES,
SAINT-PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS NAMED AFTER M.A. BONCH-BRUEVICH,
ST. PETERSBURG*

Abstract: *in this scientific paper research article shows the aspects of functioning of reformative modules in the power sphere. An example is the model based on the use of solar energy. In the course of scientific research was an experimental installation, based on which the research was conducted and analyzed to identify methods to improve the efficiency of solar collectors and heat transfer fluids, and as a result were presented efficiency in the form of a mathematical model of the process. And presents the conclusion.*

Keywords: *module, conversion, energy, period, development.*

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗУЮЩИЙ МОДУЛЬ
Кузьмин И. И. (Российская Федерация)

*Кузьмин Илья Иванович – бакалавр,
кафедра автоматизации предприятий связи,
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им М.А. Бонч-Бруевича,
г. Санкт-Петербург*

Аннотация: *в данной научной статье показаны аспекты функционирования преобразующих модулей в энергетической сфере. Примером выступает модель, основанная на использовании солнечной энергии. В ходе эксперимента была создана экспериментальная установка, на базе которой проводились исследования, а также произведён анализ для выявления методов повышения эффективности солнечных коллекторов и теплоносителей, а также в работе представлена эффективность в виде математической модели процесса. И представлены результаты.*

Ключевые слова: *модуль, преобразование, энергетика, период, развитие.*

Актуальность. Сегодня, когда растёт стоимость традиционных источников энергии, важным является использование альтернативных или нетрадиционных источников энергии, таких как солнечная, ветровая, геотермальная, гидроэнергия, биоэнергия и тому подобное. Каждый регион имеет свои особенности из запасов той или другой альтернативной энергии, однако солнечное теплоснабжение является наиболее эффективным, особенно в весенне-летний период [4, с. 137]. Существует очень много типов солнечных коллекторов и схемных решений солнечного теплоснабжения. На территории Российской Федерации годовой потенциал солнечной тепловой энергии может достигать около 28 кВт·ч/м², поэтому солнечным теплоснабжением может быть обеспечено каждое здание [1, с. 82].

Постановка проблемы. Среди существующих типов коллекторов самыми надёжными являются плоские солнечные коллекторы. Однако они не эффективно работают в утренние и вечерние часы. А это очень снижает эффективность системы солнечного теплоснабжения.

Анализ последних исследований и публикаций. Много исследований солнечных установок определяют оптимальные углы наклона плоского солнечного коллектора к горизонту и азимута его поворота, таким образом обнаруживая, что угол наклона солнечного коллектора к горизонту зависит от широты местности и времени действия гелиоустановки [5, с. 79].

Эффективным методом повышения эффективности плоских солнечных коллекторов в утренние и вечерние часы является установление их «дельта-системой», то есть с ориентацией одновременно на юго-восток, юг и юго-запад [3, с. 57]. Исследование такой системы показало возможность повышения эффективности гелиосистемы с плоскими солнечными коллекторами в вечерние и утренние часы работы. Но эти исследования проведены для проточной схемы, в которой каждый солнечный коллектор действует индивидуально, что не является характерным для систем солнечного теплоснабжения [2, с. 70].

Однако «дельта-системы» не являются достаточно изученными, а именно: не известно, как меняется эффективность такой установки в зависимости от различных углов установки солнечных коллекторов при совместном их действии с баком-аккумулятором в течение дня.

Изложение основного материала. Эта экспериментальная установка позволяет проводить исследования работы гелиоустановки при различных взаимных ориентациях солнечных коллекторов, различных расходов теплоносителя и переменного количества работающих коллекторов в течение дня.

Экспериментальная установка для исследования состоит из трех солнечных коллекторов, один из которых ориентирован на юго-восток, второй (центральный) – на юг, а третий – на юго-запад, бака-емкости для аккумуляции теплоносителя, распределительных трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры. Бак-аккумулятор вместимостью 225 л воды параллельно соединен со всеми солнечными коллекторами через распределительные гребенки.

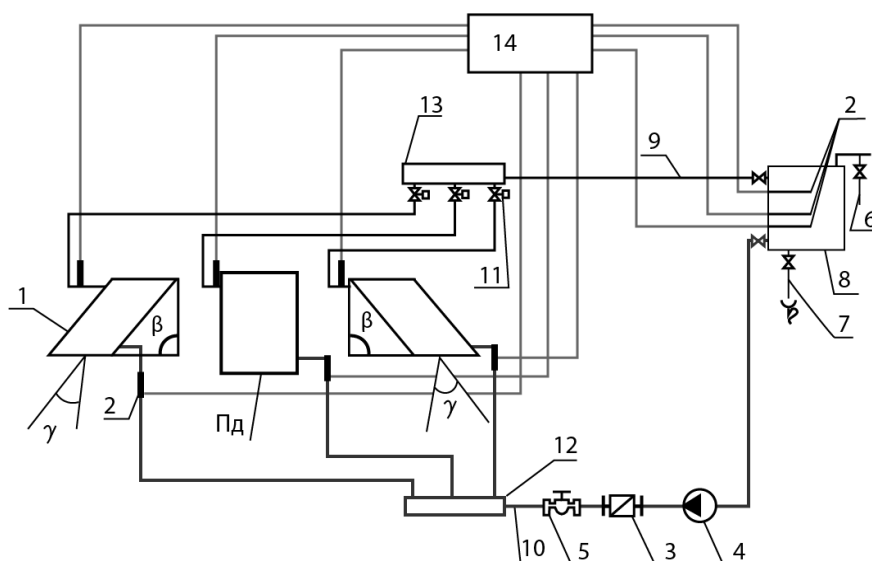


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – солнечный коллектор; 2 – место установки термометра; 3 – расходомер; 4 – насос; 5 – балансировочный вентиль; 6 – патрубок отбора теплоносителя; 7 – патрубок подачи холодного теплоносителя или его слива; 8 – бак-аккумулятор; 9 – трубопровод подачи нагретого теплоносителя; 10 – трубопровод охлажденного теплоносителя; 11 – вентиль; 12, 13 – гребенка; 14 – регулятор-измеритель

Перед проведением экспериментальных исследований все коллекторы приводятся в сопоставимое состояние. Для этого все коллекторы одинаково ориентируются на юг (то есть устанавливаются с одинаковыми азимутальными углами $\gamma = 0$) с одинаковым наклоном к горизонту β . На каждый солнечный коллектор с помощью соответствующих измерительных и запорно-регулирующих приборов устанавливается одинаковый расход теплоносителя. В течение дня определяется интенсивность солнечного излучения, падающего на поверхность солнечных коллекторов, фиксируются температуры на входе и выходе из солнечных коллекторов, расход теплоносителя.

Интенсивность суммарной и рассеянной радиации измерялась стационарным альбедометром 3 x 3 в паре с гальванометром ГСА-1. Интенсивность прямой солнечной радиации измерялась актинометром М-3 в паре с гальванометром ГСА-1. Температура теплоносителя на входе и выходе каждого солнечного коллектора в баке-аккумуляторе измерялась термозапорными клапанами сопротивления 50 М, которые работают с регулятором-измерителем типа РТ-0102. Температура наружного воздуха и его скорость измерялись термоэлектронетермометром TESTO 405-V1. Расход теплоносителя измерялся расходомерами КВ-1,5 и ротаметрами.

Таблица 1. План-матрица эксперимента

Название фактора Азимутальный угол поворота солнечного коллектора, γ	Кодированное обозначение	Уровни факторов			Интервал варьирования Δx_i
		-	0	+	
Угол наклона солнечного коллектора, β	X1	0	15	30	15
Название фактора	X2	ϕ - 15	ϕ	ϕ +15	15

$\phi = 50^\circ$ – географическая широта места проведения опытов

Эффективность «дельта-системы» есть величина относительная, поэтому ее определением является коэффициент эффективности, который равен отношению полезной энергии, которую получают из «дельта-системы» коллекторов $Q_{д.с.}$, к энергии, которую получают из юго ориентированных коллекторов $Q_{п.о.}$:

$$K = \frac{Q_{д.с.}}{Q_{п.о.}} \times 100\% \quad (1)$$

где $Q_{д.с.}$, $Q_{п.о.}$ – количество тепла, аккумулированного баком-аккумулятором в течение одного опыта.

Была составлена матрица планирования ИУЭ 3^2 с учетом эффекта взаимодействия факторов, выбрав за параметр оптимизации коэффициент эффективности К, а факторами – азимутальный угол поворота солнечного коллектора γ и угол его наклона к горизонту β . Значения этих факторов устанавливались согласно проведенным ранее исследованиям.

Таблица 2. Матрица планирования ПФЕ 3^2

№ опыта	X0	X1	X2	X1X2	K
1	+	-	-	+	100
2	+	0	-	0	111
3	+	+	-	-	96
4	+	-	0	0	97
5	+	0	0	0	105
6	+	+	0	0	93
7	+	-	+	-	95
8	+	0	+	0	101
9	+	+	+	+	91

Каждый опыт проводился в течение одного дня. Утром солнечные коллекторы устанавливаются с заданными углами согласно матрице планирования эксперимента и фиксируются расход теплоносителя и его температуры в трех точках по высоте бака-аккумулятора, условно разделенного на три равных объема. В конце дня за температурой теплоносителя в баке-аккумуляторе подсчитывается количество полученной энергии по формуле

$$Q = c \times m \times t(t_{cp2} - t_{cp1}) \quad (2)$$

где c – удельная теплоемкость теплоносителя дж/(кг·°C); m – масса теплоносителя, кг; t_{cp1} , t_{cp2} – средние температуры теплоносителя в баке-аккумуляторе в начале и в конце опыта. Опыты проводились рандомизированно во времени.

Уравнение регрессии будет иметь следующий вид:

$$K = 98,61 - 1,22X_1 - 22,4X_2 - 0,022X_1X_2 \quad (3)$$

Поскольку фактор эффекта взаимодействия X_1X_2 является незначительным, то окончательно уравнение регрессии будет следующим:

$$K = 98,61 - 1,22X_1 - 22,4X_2 \quad (4)$$

Как следует из этого уравнения, увеличение обоих факторов приводит к уменьшению параметра оптимизации К.

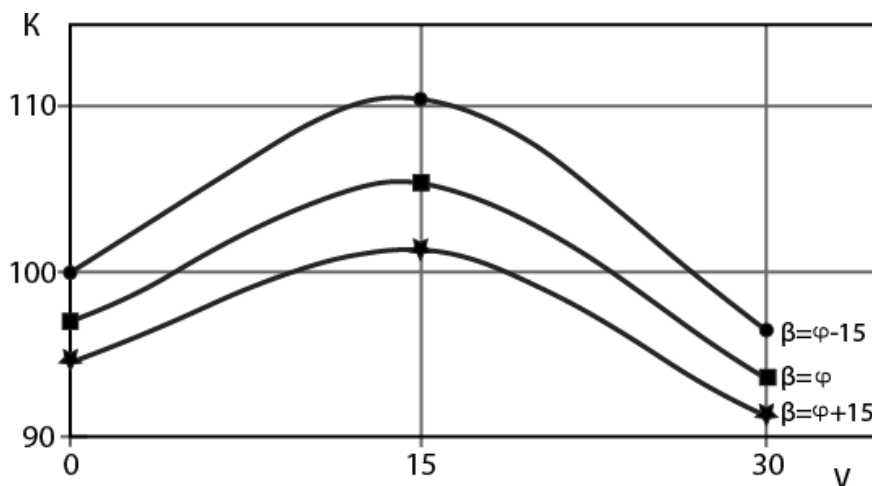


Рис.2. Номограмма зависимости $K = f(\gamma, \beta)$

Аппроксимацией методом наименьших квадратов номограмма зависимости $K = f(\gamma, \beta)$ получают такую функциональную зависимость:

$$K = 118,37 + 1,19\gamma - 0,65\beta - 0,044\gamma^2 + 0,0002\beta\gamma + 0,0042\beta^2 \quad (5)$$

Поскольку пятый член уравнения « $0,0002 \cdot \beta \cdot \gamma$ » является незначительным, то им можно пренебречь и уравнение приобретет такой вид:

$$K = 118,37 + 1,19\gamma - 0,65\beta - 0,044\gamma^2 + 0,0042\beta^2 \quad (6)$$

Выводы. Исследования «дельта-систем» солнечных коллекторов показывает эффективность применения таких схемных решений солнечного теплоснабжения и возможность увеличения количества полученного тепла до 11%.

Список литературы / References

1. Беленов А.Т., Чемяков В.В., Харченко В.В. Оптимизация параметров теплонасосной системы автономного теплоснабжения с солнечными коллекторами // Научный вестник НУБИП Украины. Серия: Техника и энергетика АПК, 2016. № 240. С. 77 - 85.
2. Гибридный солнечный коллектор – эффективное решение энергоснабжения зданий // Энергосбережение, 2016. № 6. С. 56 - 72.
3. Гнатюк И.С. Плоский солнечный коллектор: расчеты, конструкция, испытания // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2016. № 11-12 (199-200). С. 52 -5 8.
4. Туник А.А. Математическая модель процессов теплопереноса в плоском солнечном коллекторе sun 1 // Вестник МГСУ, 2016. № 1. С. 126 - 142.
5. Panchal H.N., Thakkar H. Теоретическое и экспериментальное обоснование эффективности солнечного опреснителя с трубчатым вакуумированным солнечным коллектором // Теплоэнергетика, 2016. № 11. С. 74 - 80.