

УДК 515.2

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНОГО КОРПУСА АТП - 15362

Мартынов В.Л., к.т.н., доц., Солошич С.Н., студ.

Кременчугский государственный политехнический университет

имени Михаила Остроградского

39614, г.Кременчуг, ул. Первомайская 20

E-mail: ddd151@yandex.ru

Показано, як за допомогою математичного моделювання надходження сонячної радіації на площину геліоприймача визначено місце розташування площинних геліосистем на огорожувальних конструкціях адміністративного корпусу АТП - 15362.

Ключові слова: математичне моделювання, надходження сонячної радіації, огорожувальні конструкції, розташування геліосистем.

In this article be shown as through the mathematical design of receipt of sun radiation on plane of solarkollectora location place is definite flat solarkollector on the barriering constructions of administrative corps of "АТП - 15362".

Keywords: a mathematical design, receipt of sun radiation, is shielding constructions shielding constructions.

Введение. В современных условиях развития транспортного хозяйства есть актуальной проблема экономии энергетических затрат, в том числе энергозатрат, расходуемых на отопление и энергоснабжение административных и производственных зданий в автомобильных парках, гаражах и др. В целом в Украине более 27 процентов добываемых энерго-ресурсов расходуется на теплоснабжение зданий.

Использование экологически чистых, возобновляемых источников энергии, в том числе солнечной энергии, поможет сократить расход энергоресурсов. Для автотранспортного предприятия 15362 г. Полтава этот вопрос является актуальным. При размещении гелиосистем, преобразующих энергию солнечных лучей в тепло или электрическую энергию, необходимо определить место размещения на ограждающих конструкциях здания плоских гелиоприемников.

Геометрические модели поступления солнечной радиации при рациональных геометрических и временных условиях позволяют извлекать из них необходимые данные для проектирования гелиоприемных устройств как автономных, так и совмещенных с ограждающими конструкциями зданий, решать вопросы повышения солнечной энергооблученности здания за счет ориентации, рациональных пропорций, рационального размещения здания в сложившейся застройке, моделировать условия инсоляции (по продолжительности и интенсивности) для территории застройки, внутренних помещений зданий и др.

Анализ предыдущих исследований. Вопросы математического моделирования и методы оценки энергии солнечной радиации рассматривались ранее [1]. В работе [2] рассматривались вопросы автома-

тизации инсоляционных расчетов, вопросы создания геометрической модели процесса поступления солнечной радиации на поверхности [3], позже рассматривались вопросы поступления солнечной радиации с использованием ЭВМ [4,5], вопросы построения двух- и трехмерных моделей и производных от них [6].

Цель работы. С использованием математического (геометрического моделирования) смоделировать поступление солнечной радиации (СР) на плоскость за интервал времени с 15 октября по 15 апреля в зависимости от азимута A_S и угла W наклона плоскости. По полученной трехмерной модели определить оптимальный угол наклона гелиосистем, дать рекомендации по рациональному размещению гелиоприемников на плоскостях здания.

Материал и результаты исследования. Административный корпус автотранспортного предприятия представляет собой прямоугольный параллелепипед с азимутальной ориентацией плоскостей здания $A_S = 50^0, 140^0, 230^0, 310^0$ и углом наклона к плоскости горизонта 90^0 (рис.1). Азимут отсчитывается от направления на север по часовой стрелке. В точку В (инцидентную плоскости гелиоприемника S), кроме прямой солнечной радиации, поступает рассеянная (диффузная) и отраженная солнечная радиация. Наиболее существенной является прямая радиация. Ее значение связано с углом падения солнечных лучей и интенсивностью прямой радиации, поступающей на нормальную плоскость [7].

Таким образом, при расчете прямой СР увязываются моделирование изменения положения солнечных лучей в течение суток и года и геометрия поверхности. В основу моделирования положения солнечных лучей принято рассмотрение

их суточних конусов и изменение в течение года, а также учет широты местности, прозрачность атмосферы.

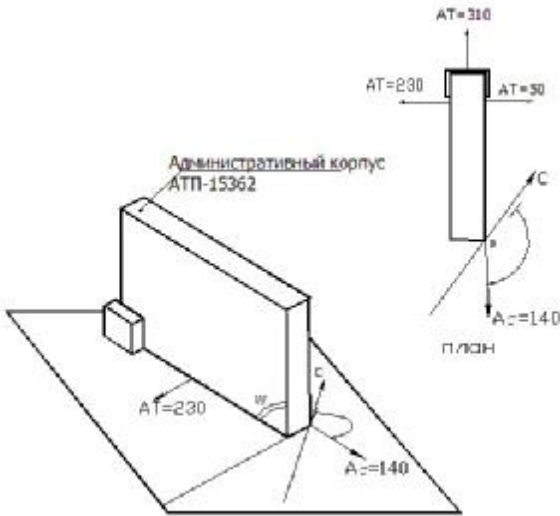


Рисунок 1 – Пространственная ориентация административного корпуса АТП-15362

Существует множество аналитических выражений для вычисления прямой солнечной радиации [7]. Хорошее приближение для северных широт 38-64 градусов дает формула Кастрова-Савинова-Украинцева, уточненная Сивковым и Гойсом [7]. Она связывает плотность потока солнечной постоянной с высотой солнца над горизонтом.

С использованием ЭВМ и программы QUGOL, разработанной на языке Basic, строится пространственная модель $Q_N = f(A_s, w)$ выражающая зависимость количества поступающей солнечной радиации Q_N (за период с 15 октября по 15 апреля) от таких факторов, как азимут A_s и угол наклона w плоскости гелиоприемника (рис. 2). Данная модель строится на основе рассчитанных значений, представленных в виде каркаса точек, после аппроксимированных сплайнами или кривыми линиями 2, 3, 4-го порядка (таблица 1).

Пространственная модель $Q_N = f(A_s, w)$, служит базовой моделью для получения плоскостных моделей $Q_N = f(A_s)$ и $Q_N = f(w)$, а также производных моделей. Это такие как плоскостная модель, выражающая зависимость азимута от угла наклона $A_s = f(w)$ при заданном уровне поступления солнечной радиации Q_{Nconst} (рис.3). Пересечение плоскости заданного уровня поступления солнечной радиации Q_{Nconst} и пространственной модели

$Q_N = f(A_s, w)$, выделяет зону (изолинию) приемлемой ориентации плоскости.

$$\begin{cases} Q_N = f(A_s, w) \\ Q_N = const \end{cases} \quad (1)$$

Используя модель, возможно определить оптимальную пространственную ориентацию плоскости. Максимальное количество солнечной радиации будет получать плоскость, ориентированная на юг (азимут 180 градусов) с углом наклона к плоскости горизонта 60 градусов (рис.3).

$Q_N = f(A_s)$ при $w_t = 90$ градусов - плоскостная модель, выражающая зависимость количества поступающей солнечной радиации за интервал времени года от азимута плоскости при угле наклона 90 градусов (рис.4). Плоскость здания с азимутальной ориентацией 140 градусов получает 68 ккал/см², плоскость с азимутальной ориентацией 230 градусов получает 58 ккал/см². Данная зависимость хорошо аппроксимируется уравнением четвертого порядка .

Производная модель $w_{opt} = f(A_s)$ (рис.5) показывает зависимость оптимального угла наклона с точки зрения поступления солнечной радиации от азимута плоскости. Выведенная аналитическая зависимость четвертого порядка с большой точностью описывающая зависимость оптимального угла наклона w_{opt} (с точки зрения поступления солнечной радиации) от азимута плоскости.

Выводы. С использованием математической модели смоделирован процесс поступления солнечной радиации и даны рекомендации о расположении гелиоприемников. Активные гелиосистемы целесообразно размещать на плоской крыше здания с оптимальной ориентацией на юг (азимут 180 градусов) и углом наклона к горизонту 60 градусов (рис.6). Пассивные плоские гелиосистемы (стена тромб) - располагать на плоскости здания, имеющую азимутальную ориентацию 140 градусов и частично на стене с азимутом 230 градусов. Получены модели $w_{opt} = f(A_s)$ и выведены аналитические зависимости оптимального угла наклона плоскости гелиоприемника с точки зрения поступления солнечной радиации за период октябрь - апрель месяц от азимута плоскости (уравнение 4-го порядка), а также зависимости поступления солнечной радиации (при оптимальном угле наклона) от азимута плоскости.

Таблиця 1 – Поступление прямой СР за октябрь-апрель для 50 град С.Ш. (Ккал/см2)

		Азимут плоскости (град)												
		90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270
Угол наклона плоскости (град)	-90	29,53	19,33	10,73	4,55	1,23	0,10	0,00	0,10	1,23	4,55	10,73	19,33	29,53
	-75	35,92	23,96	13,76	6,15	1,80	0,17	0,00	0,17	1,80	6,15	13,76	23,96	35,92
	-60	40,53	28,22	17,24	8,44	2,91	0,40	0,00	0,40	2,91	8,44	17,24	28,22	40,53
	-45	44,04	32,38	21,61	12,30	5,55	1,53	0,00	1,53	5,55	12,30	21,61	32,38	44,04
	-30	46,39	37,01	28,03	19,83	13,18	8,80	7,23	8,80	13,18	19,83	28,03	37,01	46,39
	-15	48,08	42,68	37,54	32,95	29,30	26,90	25,93	26,90	29,30	32,95	37,54	42,68	48,08
	0	49,04	49,04	49,04	49,04	49,04	49,04	49,04	49,04	49,04	49,04	49,04	49,04	49,04
	15	48,08	53,49	58,49	62,83	66,22	68,40	69,14	68,40	66,22	62,83	58,49	53,49	48,08
	30	46,39	55,86	64,77	72,68	78,97	83,09	84,52	83,09	78,97	72,68	64,77	55,86	46,39
	45	44,04	55,99	67,40	77,83	86,50	92,12	94,15	92,12	86,50	77,83	67,40	55,99	44,04
	60	40,53	53,33	66,31	78,23	88,14	94,88	97,36	94,88	88,14	78,23	66,31	53,33	40,53
	75	35,92	48,60	61,26	73,23	83,83	91,20	93,94	91,20	83,83	73,23	61,26	48,60	35,92
	90	29,53	41,09	52,79	64,04	74,08	81,35	84,11	81,35	74,08	64,04	52,79	41,09	29,53

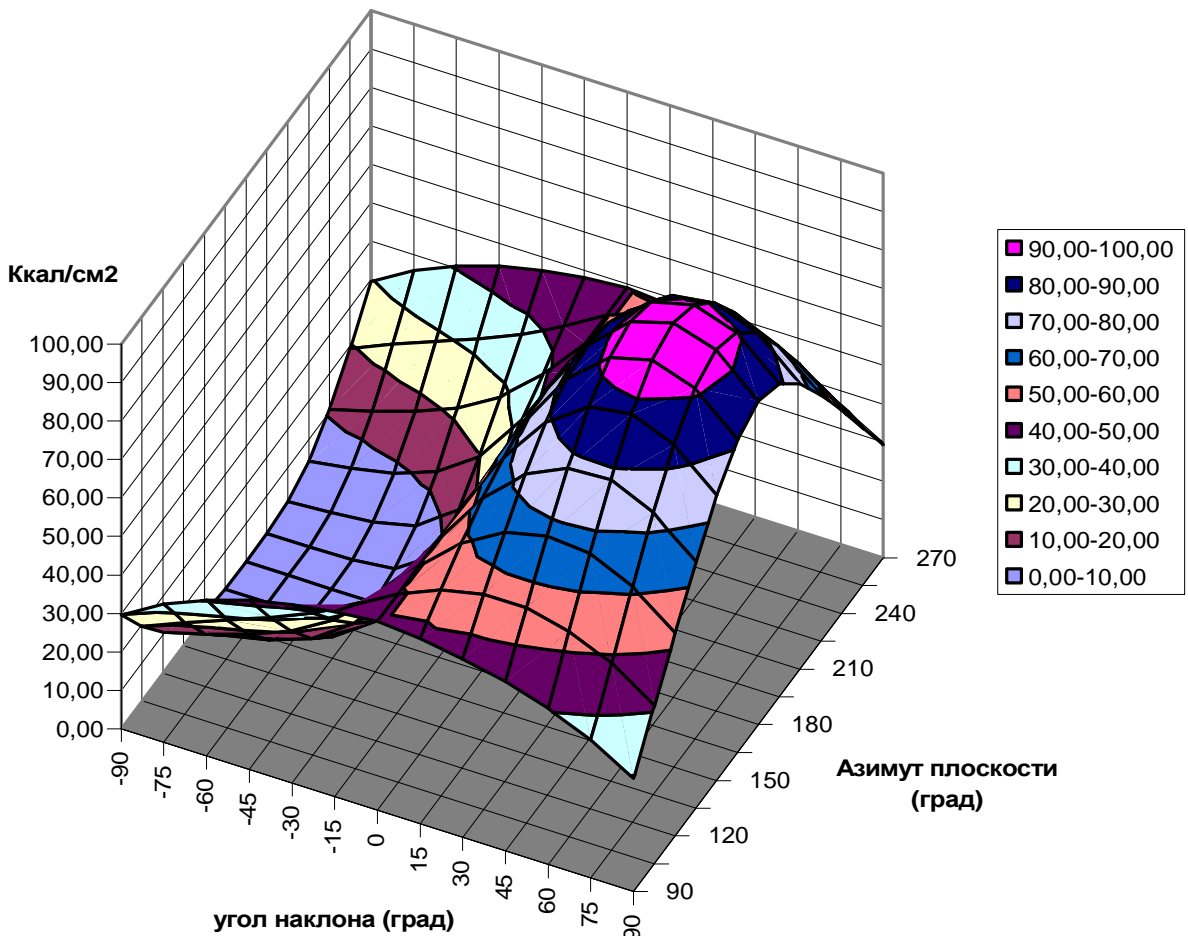


Рисунок 2 – Модель $Q_N = f(A_s, w)$ поступления солнечной радиации за октябрь-апрель месяц в зависимости от азимута и угла наклона

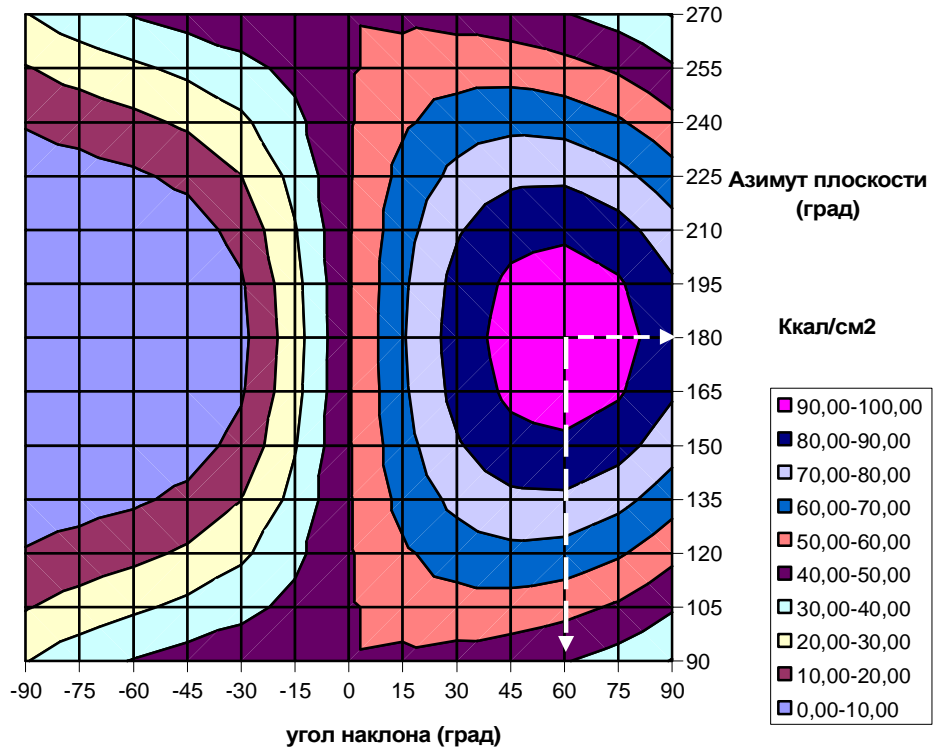


Рисунок 3 – Модель поступления солнечной радиации за период октябрь-апрель месяц в зависимости от ориентации плоскости гелиоприемника (азимута и угла наклона)

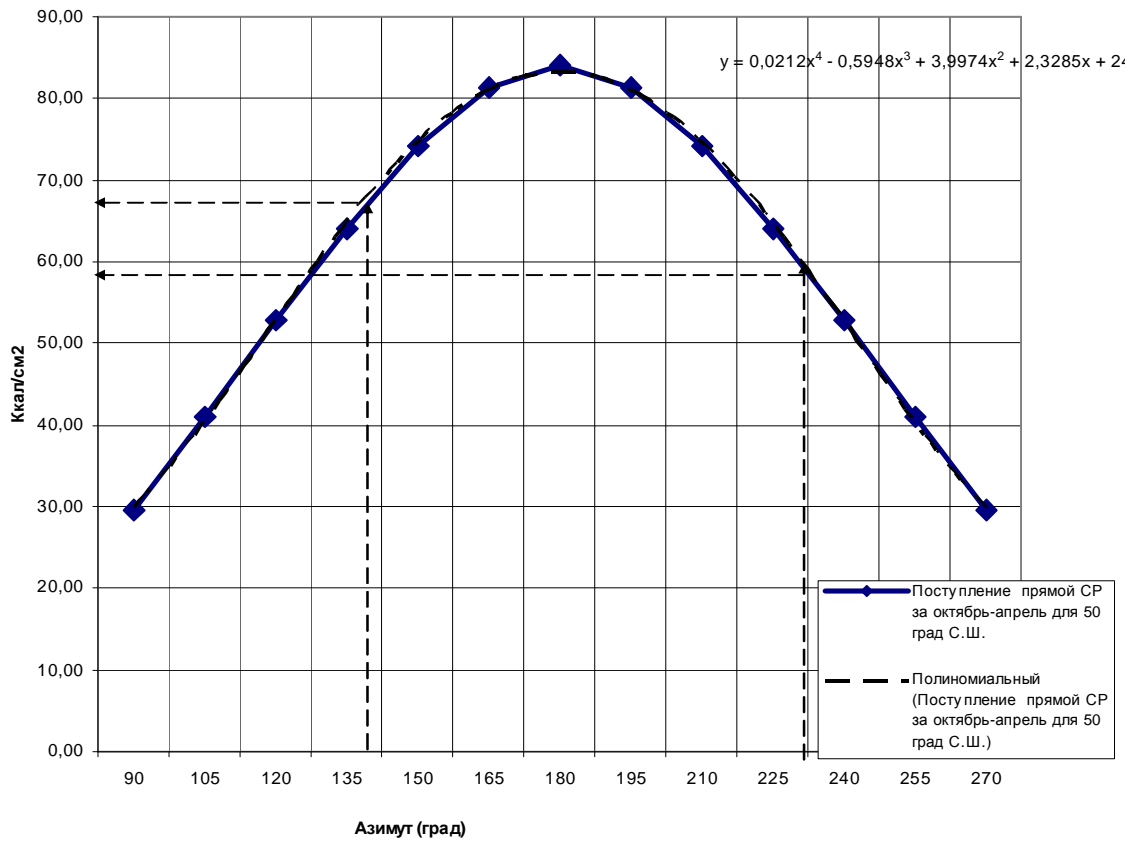


Рисунок 4 – Зависимость $Q_N = f(A_s)$ поступления солнечной радиации за период октябрь-апрель месяц в зависимости от азимута плоскости (при заданном угле наклона 90 градусов)

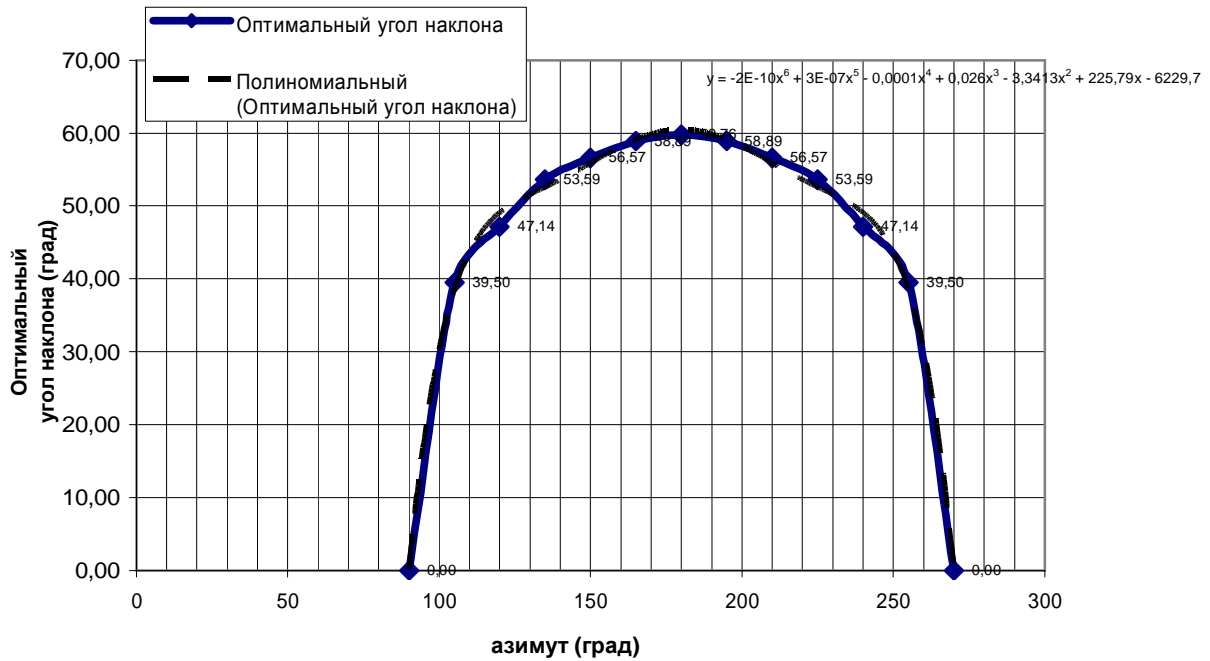


Рисунок 5 – Зависимость $W_{opt} = f(A_s)$ оптимального угла наклона (с точки зрения поступления солнечной радиации за октябрь- апрель месяц) от азимутальной ориентации

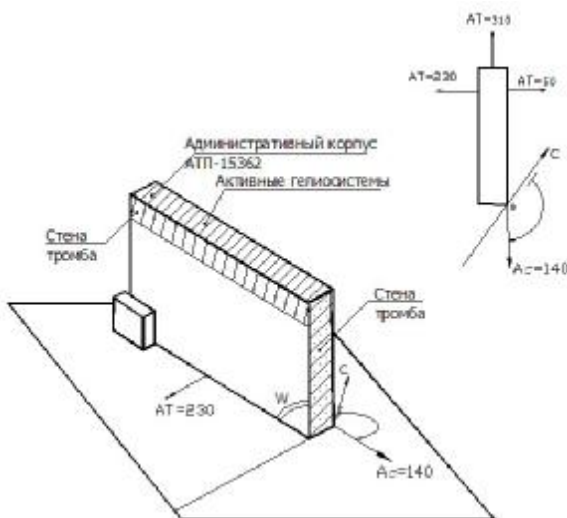


Рисунок 6 – Размещение гелиоприемников на административном корпусе АТП -15362

ЛИТЕРАТУРА

1. Математическое моделирование и методы оценки энергии солнечной радиации в СССР/ С.А.Кудря, О.Г.Денисенко, Л.П.Федосенко, С.В.Могалик. К: 1989 - 32 с. Институт электродинамики.

2. Подгорный А.Л. К вопросу автоматизации инсоляционных расчетов // Прикл. геометрия и инж. графика.- 1979.- Вып. 31.- С. 12-15.

3. Подгорный А.Л., Запривода В.И. К вопросу создания геометрической модели процесса поступления солнечной радиации на поверхности // Прикл. геометрия и инж. Графика.- 1987.- Вып. 44.- С. 11-15.

4. Мартынов В.Л. Построение трехмерных моделей поступления солнечной радиации на плоскость общего положения, с использованием ПЭВМ // Тез. доклада Всесоюзной научно-технической конференции "Инженерная и машинная графика".- Полтава, 1991.- С. 27.

5. Подгорный А.Л., Мартынов В.Л. Геометрическое моделирование процесса поступления солнечной радиации с использованием ПЭВМ // Тезисы международной научно-технической конференции "Проблемы графической технологии".- Севастополь, 1991.-С. 16-21.

6. Подгорный А.Л., Мартынов В.Л. Определение оптимального угла наклона плоскости солнечного коллектора при заданном азимуте // Прикл. геометрия и инж. графика, 1992.- Вып. 53.- С.8-12.

7. Гамбург П.Ю. Расчет солнечной радиации в строительстве.- М.:Стройиздат, 1966.- 115с.

Статья поступила 15.01.2008.
Рекомендовано к печати д.т.н, проф.
Черным А.П.