

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА,
ЗАЛОЖЕННЫХ В АЛГОРИТМ ПРОГРАММЫ
SUNNYRADIATION**

Исаев В. Ф., Полищук Д. Д. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*)

Выполнена работа по усовершенствованию алгоритма расчета прямой $q_{пр}$ и рассеянной q_p солнечной радиации, используемого в компьютерной программе SunnyRadiation. Представлены полиномиальные зависимости для определения вышеуказанных величин. Диапазон расчета программы SunnyRadiation розширен и область применения программы составляет от 44° с.ш. до 64° с.ш. указанные мероприятия повысили точность расчета программы SunnyRadiation, что позволяет рекомендовать ее в использовании проектной деятельности.

На кафедре «Кондиционирование воздуха и механики жидкости» (КВиМЖ) разработана программа расчета теплопоступления от солнечной радиации в помещении. В данной программе реализован алгоритм расчета теплопоступлений через вертикальные, наклонные и горизонтальные световые проемы, наружные стены и покрытие по методике, приведенной в [1]. Работа с программой начинается с формы, представленной на рис.1.

Опробование программы в учебном процессе и при реальном проектировании выявил ряд ошибок и недочетов, связанных с вычислением величин прямой $q_{пр}$ и рассеянной q_p солнечной радиации для вертикального остекления помещений

Нами был изменен алгоритм вычисления данных величин, с увеличением диапазона применения программы SunnyRadiation, версия 2.0, с 44° с.ш. до 64° с.ш. включительно.

Заложенные в алгоритм расчета формулы для определения прямой $q_{пр}$ и рассеянной q_p солнечной радиации для различных расчетных часов времени были получены с помощью программы Excel Microsoft в виде полиномиальной зависимости. Фрагмент обработки результатов представлен на рис.2 для Юга в период с 8 до 9 ч. для диапазона с 56 до 64° с.ш.

Аппроксимированные зависимости для всех ориентаций вертикального заполнения световых проёмов во временной промежуток с 8 до 18 часов, полученных нами, сведены в таблицу 1.

Файл Справка

Исходные данные | Окна | Итого: |

Окна

Высота окна :	$H = \sqrt{2}$ м	<input type="checkbox"/> С
Ширина окна :	$B = \sqrt{2}$ м	<input type="checkbox"/> СВ
Длина горизонт. эл-тов затенения:	$L_g = \sqrt{0,3}$ м	<input type="checkbox"/> В
Длина вертик. эл-тов затенения :	$L_b = \sqrt{0,3}$ м	<input type="checkbox"/> ЮВ
Расстояние от горизонтального :	$a = \sqrt{0}$ м	<input checked="" type="checkbox"/> Ю
и вертикального :	$c = \sqrt{0}$ м	<input type="checkbox"/> ЮЗ
		<input type="checkbox"/> З
		<input type="checkbox"/> СЗ

элементов затенения до откоса светового проёма

Количество однотипных одинаково направленных окон : $\sqrt{4}$ шт.

Площадь световых проёмов : $F_{\text{п}} = \sqrt{16}$ м²

Приведённый коэф. поглощения солнечной радиации : $P_{\text{п}} = \sqrt{0,25}$

Сопротивление теплопередаче заполнения светового проёма : $R_{\text{п}} = \sqrt{0,34} \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$

Козф. затенения светового проёма переплётami : $\tau_2 = \sqrt{0,9}$

Козф. относ. проникания солн. радиации : $K_{\text{отн}} = \sqrt{0,9}$

Ориентация окна :

Вертикальная Наклонная (близко к вертикальной) Горизонтальная

Северная широта района : $\sqrt{48}$ °

Средняя температура наружного воздуха : $t_{\text{н.ср}} = \sqrt{22,5}$ °C

Температура внутреннего воздуха : $t_{\text{в}} = \sqrt{20}$ °C

Скорость ветра : $v = \sqrt{3,3}$ м/с

Суточная амплитуда температуры нар. в-ха: $A_{\text{ин}} = \sqrt{14,7}$ °C

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхностью окна : $\alpha_{\text{н}}^{\text{в}} = \sqrt{26,87}$ $\alpha_{\text{н}}^{\text{г}} = \sqrt{13,42}$

Рис. 1 Фрагмент формы для ввода исходных данных

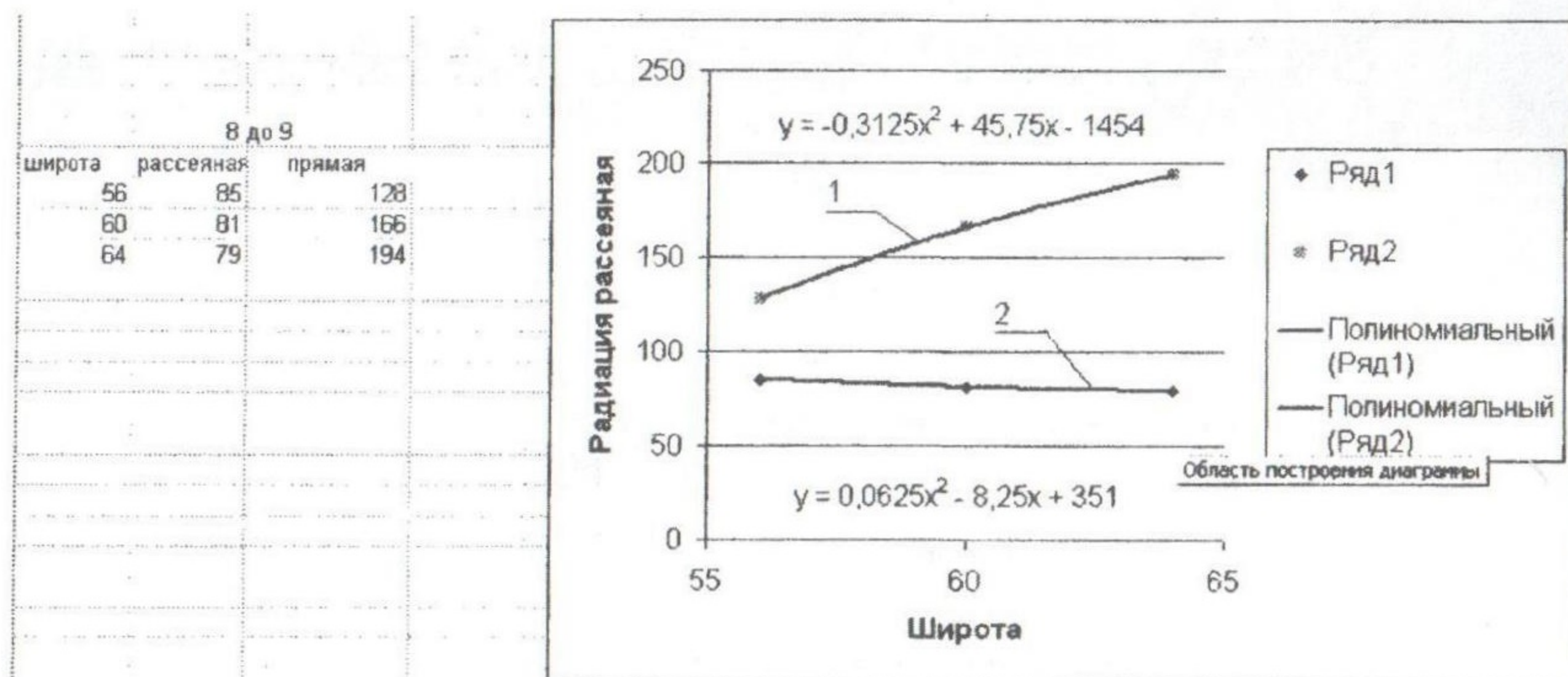


Рис.2 Полиномиальные зависимости прямой $q_{пр}$ и рассеянной $q_{р}$ солнечной радиации для вертикальных оконных проемов ориентированных на Юг с 8 до 9 часов в диапазоне для 56-64 °с.ш. 1 – для прямой $q_{пр}$ солнечной радиации; 2 – для рассеянной $q_{р}$ солнечной радиации.

Таблица 1. Полиномиальные зависимости прямой $q_{пр}$ и рассеянной $q_{р}$ солнечной радиации для диапазона с 56 до 64°с.ш.

Временной диапазон	Прямая солнечная радиация $q_{пр}$, Вт/м ² с 56-64°с.ш.	Рассеянная солнечная радиация $q_{р}$, Вт/м ² с 56-64°с.ш.
1	2	3
Север		
с 8-9	Нет теплоступлений	$y = 0,0938x^2 - 12,625x + 475$
с 9-10	Нет теплоступлений	$y = 0,1563x^2 - 19,875x + 681$
с 10-11	Нет теплоступлений	$y = 0,0938x^2 - 12,375x + 456$
с 11-12	Нет теплоступлений	$y = 0,0938x^2 - 12,125x + 440$
с 12-13	Нет теплоступлений	$y = 0,0938x^2 - 12,125x + 440$
с 13-14	Нет теплоступлений	$y = 0,0938x^2 - 12,375x + 456$
с 14-15	Нет теплоступлений	$y = 0,1563x^2 - 19,875x + 681$
с 15-16	Нет теплоступлений	$y = 0,0938x^2 - 12,625x + 475$
с 16-17	Нет теплоступлений	$y = 0,0938x^2 - 12,875x + 492$
с 17-18	$y = -0,0312x^2 + 3,125x - 60$	$y = 0,0938x^2 - 12,625x + 479$
Юг		
с 8-9	$y = -0,3125x^2 + 45,75x - 1454$	$y = 0,0625x^2 - 8,25x + 351$
с 9-10	$y = 0,0625x^2 + 3,25x - 133$	$y = 0,0313x^2 - 4,125x + 221$
с 10-11	$y = 0,4375x^2 - 41,5x + 1299$	$y = -0,0312x^2 + 3,625x - 14$

Продолжение таблицы 1

1	2	3
с 11-12	$y = -0,1563x^2 + 30,875x - 841$	$y = 7E-15x^2 - 0,25x + 106$
с 12-13	$y = -0,1563x^2 + 30,875x - 841$	$y = 7E-15x^2 - 0,25x + 106$
с 13-14	$y = 0,4375x^2 - 41,5x + 1299$	$y = -0,0312x^2 + 3,625x - 14$
с 14-15	$y = 0,0625x^2 + 3,25x - 133$	$y = 0,0313x^2 - 4,125x + 221$
с 15-16	$y = -0,3125x^2 + 45,75x - 1454$	$y = 0,0625x^2 - 8,25x + 351$
с 16-17	$y = 0,1563x^2 - 14,375x + 337$	$y = 0,0938x^2 - 11,875x + 445$
с 17-18	Нет теплопоступлений	$y = 0,125x^2 - 15,75x + 548$
Запад		
с 8-9	Нет теплопоступлений	$y = 0,0938x^2 - 12,125x + 440$
с 9-10	Нет теплопоступлений	$y = 0,0625x^2 - 8,5x + 336$
с 10-11	Нет теплопоступлений	$y = 0,0313x^2 - 4,875x + 233$
с 11-12	Нет теплопоступлений	$y = 0,0625x^2 - 9x + 371$
с 12-13	$y = 37$	$y = 0,125x^2 - 16,25x + 585$
с 13-14	$y = 193$	$y = 0,25x^2 - 31,75x + 1070$
с 14-15	$y = 0,0313x^2 - 2,625x + 433$	$y = 0,0313x^2 - 3,125x + 163$
с 15-16	$y = -0,1562x^2 + 19,375x - 91$	$y = 0,3438x^2 - 43,625x + 1479$
с 16-17	$y = 0,3438x^2 - 37,625x + 1576$	$y = 0,25x^2 - 32x + 1130$
с 17-18	$y = -0,0937x^2 + 15,625x - 58$	$y = 0,1875x^2 - 23,75x + 857$
Восток		
с 8-9	$y = -0,1562x^2 + 19,375x - 91$	$y = 0,3438x^2 - 43,625x + 1479$
с 9-10	$y = 0,0313x^2 - 3,625x + 483$	$y = 0,3438x^2 - 43,375x + 1442$
с 10-11	$y = 193$	$y = 0,25x^2 - 31,75x + 1070$
с 11-12	$y = 37$	$y = 0,125x^2 - 16,25x + 585$
с 12-13	Нет теплопоступлений	$y = 0,0625x^2 - 9x + 371$
с 13-14	Нет теплопоступлений	$y = 0,0313x^2 - 4,875x + 233$
с 14-15	Нет теплопоступлений	$y = 0,0625x^2 - 8,5x + 336$
с 15-16	Нет теплопоступлений	$y = 0,0938x^2 - 12,125x + 440$
с 16-17	Нет теплопоступлений	$y = -0,0625x^2 + 7x - 150$
с 17-18	Нет теплопоступлений	$y = 4E-15x^2 - 0,75x + 85$

Формы результатов расчета программы **SunnyRadiation**, версия 2.0 представлены на рис 3 и 4.

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
$q_{вп}$, Вт/м ²	79	184	271	317	317	271	184	79	3	0
$q_{вр}$, Вт/м ²	81	86	87	88	88	87	86	81	73	55
h , °	40	49	56	61	61	56	49	40	30	20
A_c , °	76	60	40	16	16	40	60	76	87	99
A_o , °	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_{co} , °	76	60	40	16	16	40	60	76	87	99
β , °	16	23	27	28	28	27	23	16	5	-23
S_o , Вт/м ²	137	242	327	370	370	327	242	137	28	0
D_o , Вт/м ²	110	116	118	120	120	118	116	110	99	73
β_2	-0,13	0,13	0,38	0,6	0,79	0,92	0,99	0,99	0,92	0,79
$K_{инс.в}$	0,1861	0,4831	0,6184	0,6863	0,6863	0,6184	0,4831	0,1861	0	1
$K_{обл}$	0,9153	0,9153	0,9153	0,9153	0,9153	0,9153	0,9153	0,9153	0,9153	0,9153
$q_{пр}$, Вт/м ²	72	136	200	241	241	200	136	72	54	41
$t_{н.усл.}$, °С	22,6014	25,324	27,8901	29,9567	31,3532	31,8591	31,645	30,8334	30,0208	28,866
$q_{пт}$, Вт/м ²	8	16	23	29	33	35	34	32	29	26
$q_{пр} + q_{пт}$	80	151	223	271	275	235	170	104	84	67
$Q_{ост}$, Вт	1294	2458	3627	4394	4461	3816	2760	1687	1359	1084

MAX

Рис. 3 Результат расчета теплопоступлений для вертикального оконного проема, ориентированного на Юг

Выводы

1. Полученные нами зависимости позволяют с высокой точностью рассчитывать величины прямой $q_{пр}$ и рассеянной $q_{р}$ солнечной радиации, чем в более ранних версиях программы **SunnyRadiation**.
2. Модернизированная программа расчета теплопоступления от солнечной радиации **SunnyRadiation** может быть рекомендована для использования, как в учебном процессе, так и при выполнении дипломного проектирования по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция», а так же при реальном проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
				Окна					
1294	2458	3627	4394	4461	3816	2760	1687	1359	1084
				МАХ					
				Стены					
140	140	141	141	141	141	141	141	140	140
		МАХ							
				Покрытие					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				ВСЕГО					
1434	2598	3768	4535	4602	3957	2901	1828	1499	1224
				МАХ					

Рис. 4 Определение максимума теплоступлений в помещении через оконные проемы, стены и покрытие

Литература

1. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1/ В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 319 с.: - ил. – (Справочник проектировщика).