

Аналитическое исследование простых систем кондиционирования и вентиляции.

Инженер Андониев И.Ю.

Нижний Новгород
2019

Содержание

	Лист
1. Введение	2
2. Тепловая нагрузка на помещение	3
3. Исследование	9
4. Проверка алгоритма	22
5. Список литературы	26

1. Введение.

В этой работе проведено аналитическое исследование самых простых систем кондиционирования, **без использования традиционного метода с помощью диаграммы Рамзина**. "...I-d диаграмма ... исключает использование ЭВМ и аналитических методов решения." см. [3], стр. 50.

Для исследования взят реальный объект см. фото 1, в нем выделено помещение. На этом объекте построена система вентиляции и кондиционирования в 2004 году. Здание ориентировано узким фасадом с севера на юг, см. рисунок 1, угол $\alpha = 0^\circ$. Для исследования применяются алгоритмы: солнечная радиация, см. [1], универсальная таблица атмосфера, см. [2], работа [5].

Рассмотрены следующие самые простые схемы кондиционирования :

- 1) **"изолированный"** кондиционер (**бытовой**) - весь внутренний воздух помещения циркулирует через внутренний блок кондиционера , вентиляции нет;
- 2) **прямоточный** кондиционер (**канальный тип**) и вытяжка - через внутренний блок кондиционера проходит **100%** наружного воздуха;
- 3) **рециркуляционный** кондиционер (**канальный тип**) и вытяжка - через внутренний блок кондиционера проходит **ε %** наружного воздуха, остальное - рециркуляция.

Дифференциальные уравнения для этих схем написаны по источнику [4], стр. 119. **Для более сложных конфигураций систем и создания алгоритмов потребуется группа опытных инженеров.**

К сожалению для этой работы создание алгоритма невозможно, общее количество вычислений около 65000. То есть он существует, но описать его невозможно! Принято решение передать смысл расчета. Принцип оформления: скриншоты основных листов файлов, краткие комментарии и результат исследования .





Фото 1

Высота Солнца h_i над горизонтом от восхода до заката. Н. Новгород 15 июня.

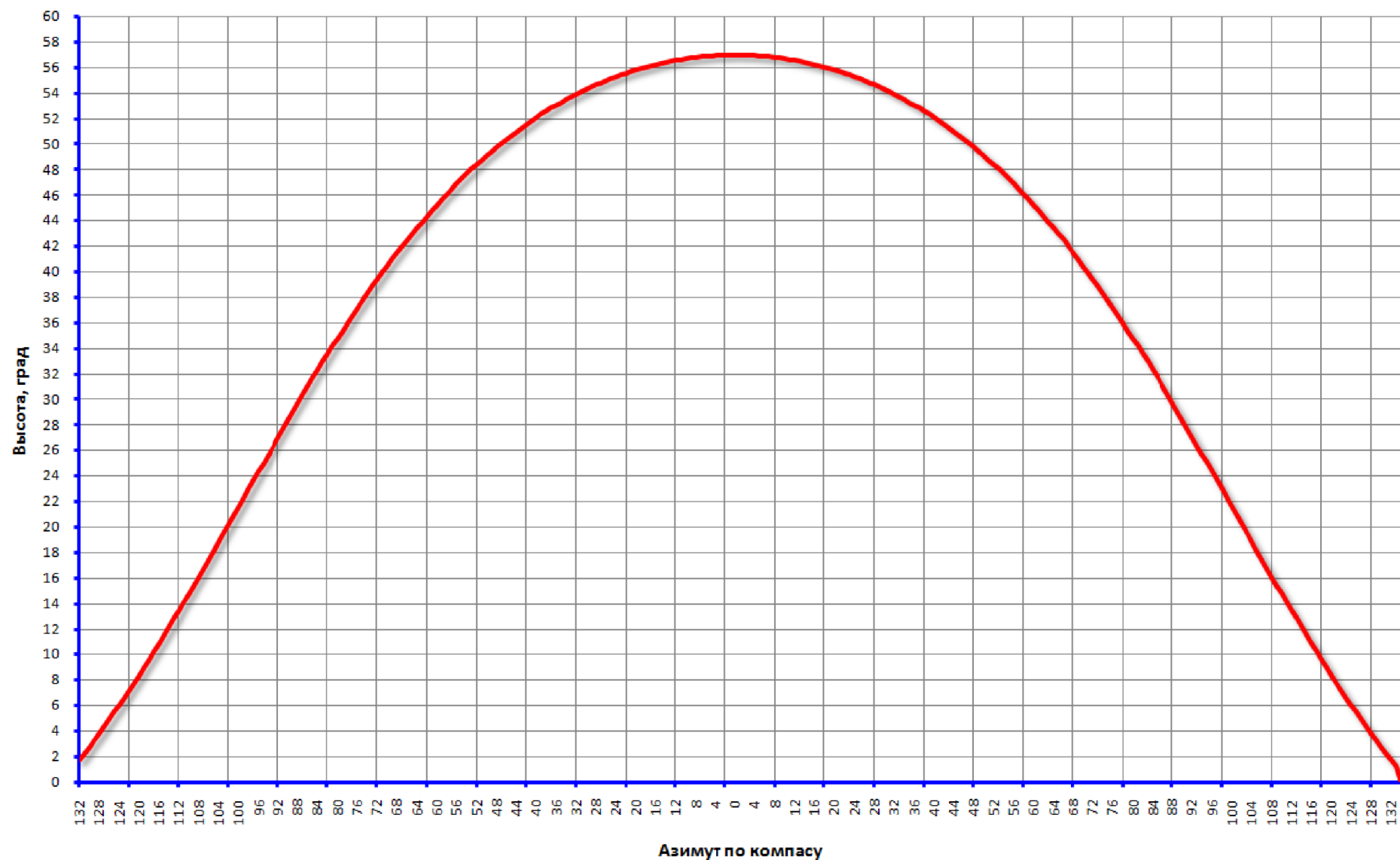


Рисунок 2

Солнечные потоки радиации на здание .

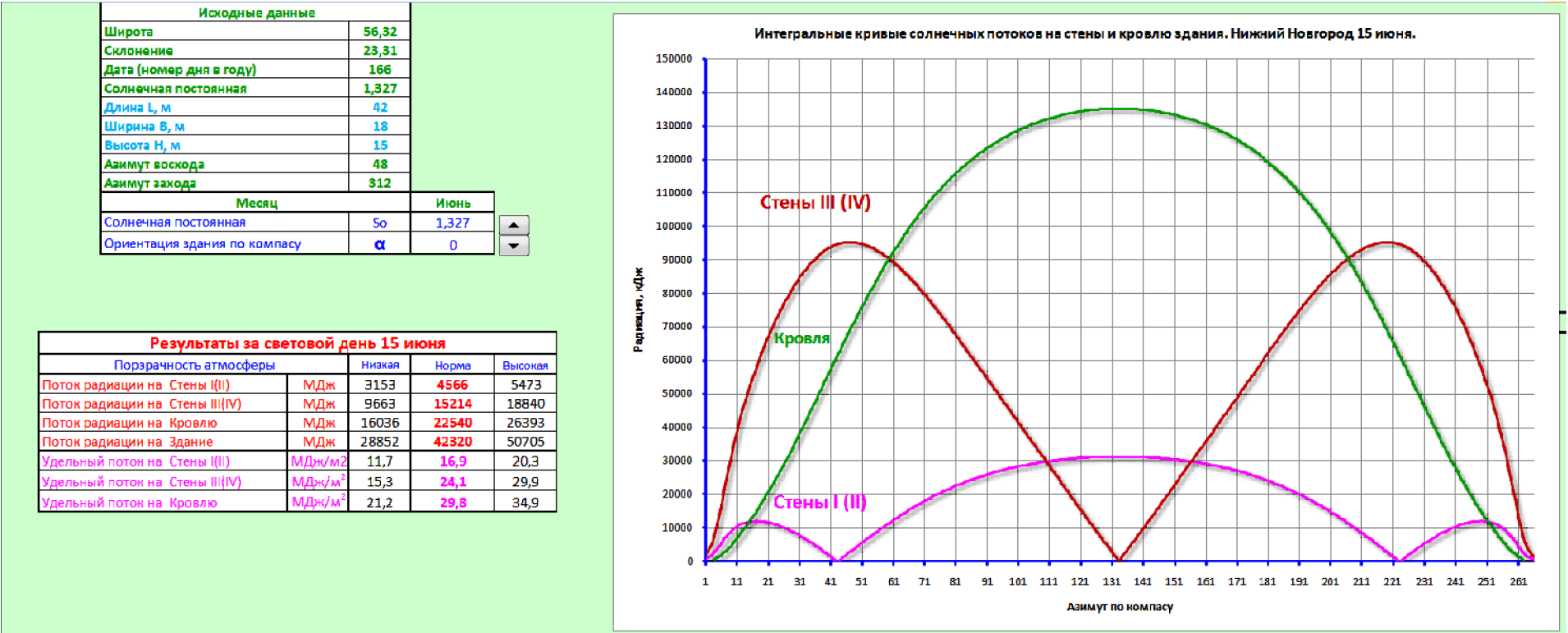


Рисунок 3

Тепловая нагрузка на помещение в зависимости от прозрачности неба .

Кровля			Кровля			Кровля			ИДж/м²	МДж	Здание		_vs
11,7	15,3	21,2	16,9	24,1	29,8	20,3	29,9	34,9			м3	11340	
3153	9663	16036	4566	15214	22540	5473	18840	26393			м3	178	_vvp

Низкая прозрачность			Нормальная прозрачность			Высокая прозрачность			Время, ч	Низкая прозрачность			Пом	Нормальная прозрачность			Пом	Высокая прозрачность			Пом	
Q ₁₍₂₎ , кДж	Q ₃₍₄₎ , кДж	Q _к , кДж	Q ₁₍₂₎ , кДж	Q ₃₍₄₎ , кДж	Q _к , кДж	Q ₁₍₂₎ , кДж	Q ₃₍₄₎ , кДж	Q _к , кДж		Q ₁₍₂₎ , кДж	Q ₃₍₄₎ , кДж	Q _к , кДж	кВт	Q ₁₍₂₎ , кДж	Q ₃₍₄₎ , кДж	Q _к , кДж	кВт	Q ₁₍₂₎ , кДж	Q ₃₍₄₎ , кДж	Q _к , кДж	кВт	
30	78	4	866	2245	108	3384	8770	422	1	4,00												
59	158	10	1329	3567	219	4485	12038	739	2													
123	341	25	2071	5760	430	6012	16719	1248	3													
247	712	62	3109	8957	787	7861	22650	1989	4													
452	1351	136	4354	13003	1312	9809	29296	2955	5													
743	2300	262	5674	17570	2001	11653	36084	4110	6													
1106	3551	450	6948	22314	2831	13265	42601	5404	7													
1517	5054	706	8096	26977	3771	14592	48625	6797	8													
1951	6748	1030	9080	31412	4796	15635	54085	8258	9													
2386	8573	1419	9896	35557	5887	16421	58999	9768	10													
2807	10482	1871	10553	39405	7032	16986	63427	11319	11													
3204	12440	2381	11067	42976	8224	17366	67439	12905	12													
3569	14424	2947	11457	46303	9459	17593	71103	14526	13													
3900	16417	3566	11740	49419	10736	17693	74476	16180	14													
4195	18409	4239	11930	52353	12054	17685	77607	17869	15	5,00	26287	101037	19109	0,6	108170	397819	69647	2,5	190439	683919	114490	4,3
4453	20393	4962	12039	55131	13414	17586	80533	19594	16													
4675	22365	5735	12076	57774	14815	17408	83282	21356	17													
4860	24320	6557	12050	60298	16257	17162	85876	23153	18													
5010	26256	7428	11967	62714	17741	16855	88332	24988	19													
5125	28171	8345	11830	65030	19265	16493	90661	26858	20													
5205	30060	9310	11645	67254	20829	16081	92871	28762	21													
5251	31921	10319	11416	69390	22432	15624	94969	30701	22													
5265	33751	11373	11144	71440	24072	15124	96960	32671	23													
5246	35548	12469	10832	73406	25748	14587	98846	34672	24													
5195	37308	13607	10484	75288	27458	14013	100629	36701	25													
5114	39028	14784	10101	77088	29201	13406	102312	38755	26													
5002	40705	15999	9684	78804	30973	12768	103894	40834	27													
4862	42337	17250	9237	80437	32773	12101	105376	42934	28													
4693	43920	18534	8761	81986	34598	11408	106760	45053	29													
4497	45452	19851	8257	83450	36447	10690	108045	47189	30	6,00	74453	501534	176521	3,3	161523	1059490	366022	6,9	221305	1439345	494221	9,4
4275	46930	21197	7728	84829	38316	9950	109231	49338	31													

Рисунок 4

Лист 8

Рисунок 5

3. Исследование.

Для исследования создано три файла. Исходные данные для файлов абсолютно одинаковы. Расчетные формулы и уравнения см. [5]. Результаты представлены на следующих листах. Мощность кондиционеров выравнивалась по температуре в помещении 21° на 14 часов дня. Данные для итоговой таблицы выбраны из трех таблиц по минимальной мощности кондиционеров .

Изолированный кондиционер: весь внутренний воздух проходит через внутренний блок кондиционера

Атмосфера стандартная		ГОСТ 44081	
Константы			
Температура Кельвина при 0°С	273,15	_tk	
Молекулярная масса воздуха, кг/(кмоль)	28,9700	_M	
Молекулярная масса воды, кг/(кмоль)	18,016	_Me	
Универсальная газовая постоянная, Дж/(кмоль.К)	8314,3	_r	
Газовая постоянная воздуха, Дж/(кг°С)	287,053	_rv	
Ускорение свободного падения, м/с ²	9,8067	_g	
Коэффициент Сатерлэнда, S, К	110,4	_S	
Коэффициент Сатерлэнда, кгс.с ⁻¹ .м ⁻¹ .К ^{-0,5}	0,000001458	_bs	
Давление на уровне моря стандартное, Па	101325	_pa	норм
Температура воздуха стандартная, °С	20	_ta	норм
Температура воздуха после нагревателя, °С	32	_tnag	
Переменные			
Высота расположения объекта hob, м	160	_hob	

Нижний Новгород 15 июня		Коэффициент поглощения солнечной радиации	
Узкая сторона здания обращена на север α=0°		Плитка облиц. Синяя	0,60 _kp
Длина здания, м	42	Бетон	0,70
Ширина здания, м	18	Кирпич красный	0,70
Высота здания, м	15	Краска серая	0,70
Объем, м ³	11340	Стекло облиц.	0,70
Длина помещения, м	12	Штукатурка серая	0,70
Ширина помещения, м	5,5	Дерево неокрашенное	0,60
Высота помещения, м	2,7	Кирпич силикатный	0,60
Объем помещения, м ³	178,2	Плитка облиц. Синяя	0,60
Площадь помещения, м ²	66	Сталь листовая зеленая	0,60
Солнечный день, сек	63360	Штукатурка зеленая	0,60
Количество людей в офисе, чел	8	Алюминий	0,45
Нагрузка от людей, кВт	1,2	Белый камень облиц.	0,45
Нагрузка от освещения, кВт	1,2	Плитка облиц. Белая	0,45
Нагрузка от офисной техники, кВт	1,6	Сталь листовая белая	0,45
	Σ 4	Штукатурка кремовая	0,45
Объем наружного воздуха, м3/ч	400		
Объем вытяжного воздуха, м3/ч	400		
Количество влаги г/ч	320		

_vrom

_mvl

40...140 г/ч

Поступление тепла солнечной радиации в помещение в зависимости от прозрачности неба
Н.Новгород 15 июня.

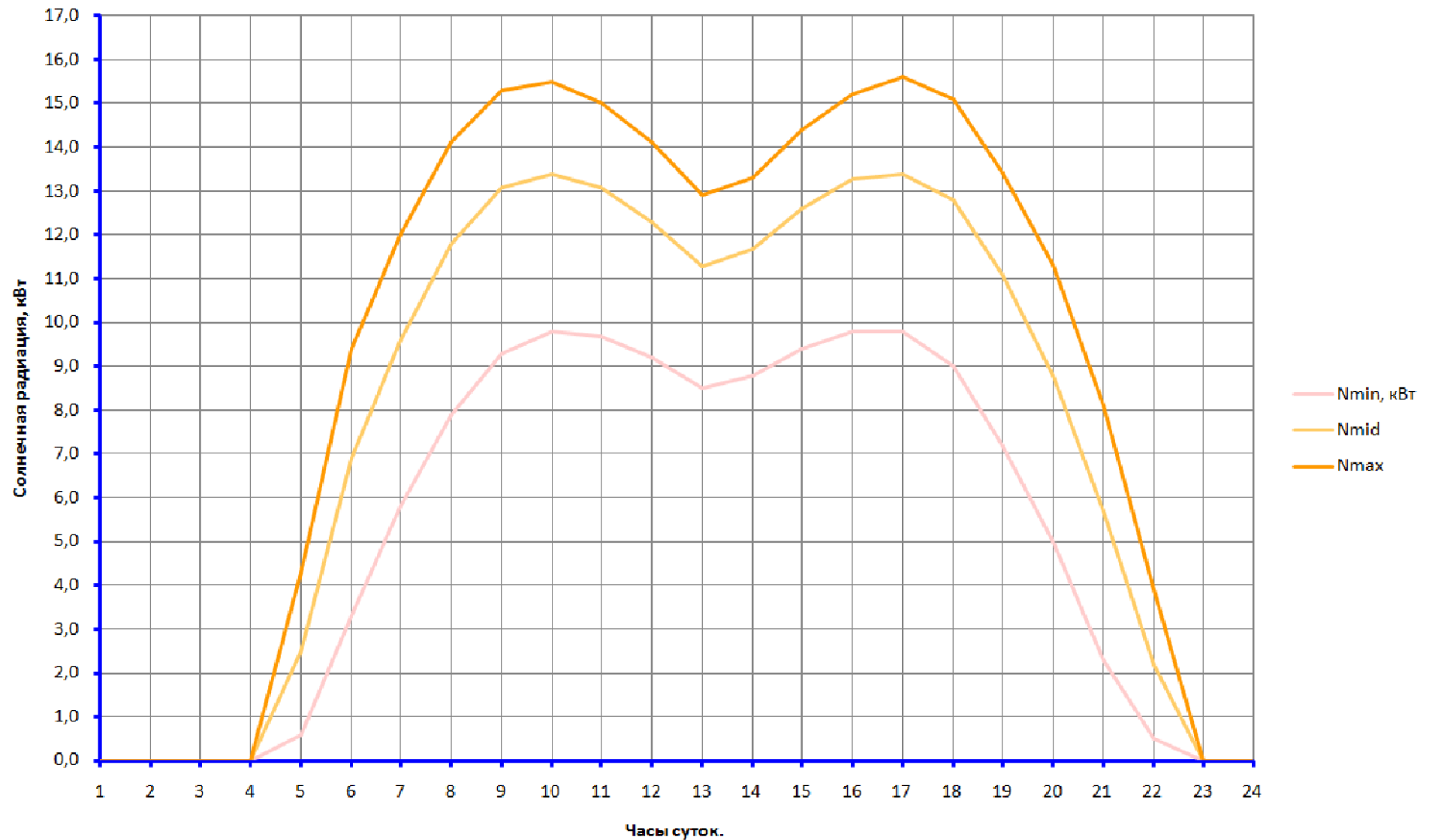


Рисунок 6

Теплопоступления в помещение: от солнечной радиации и другие. 15 июля Н. Новгород.

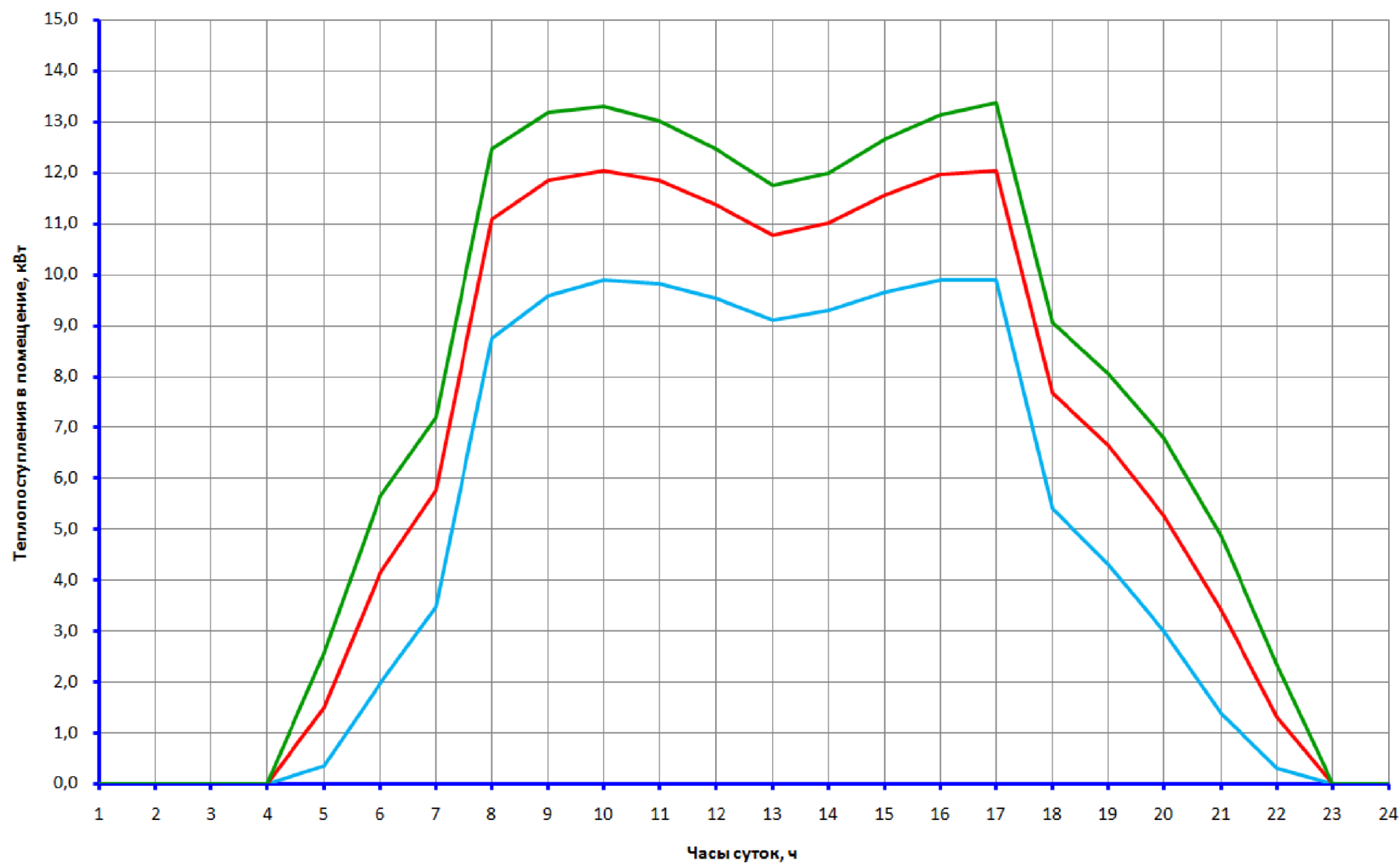


Рисунок 7

Мощность "изолированного" кондиционера в помещении при различной прозрачности неба. 15 июля
Н.Новгород.

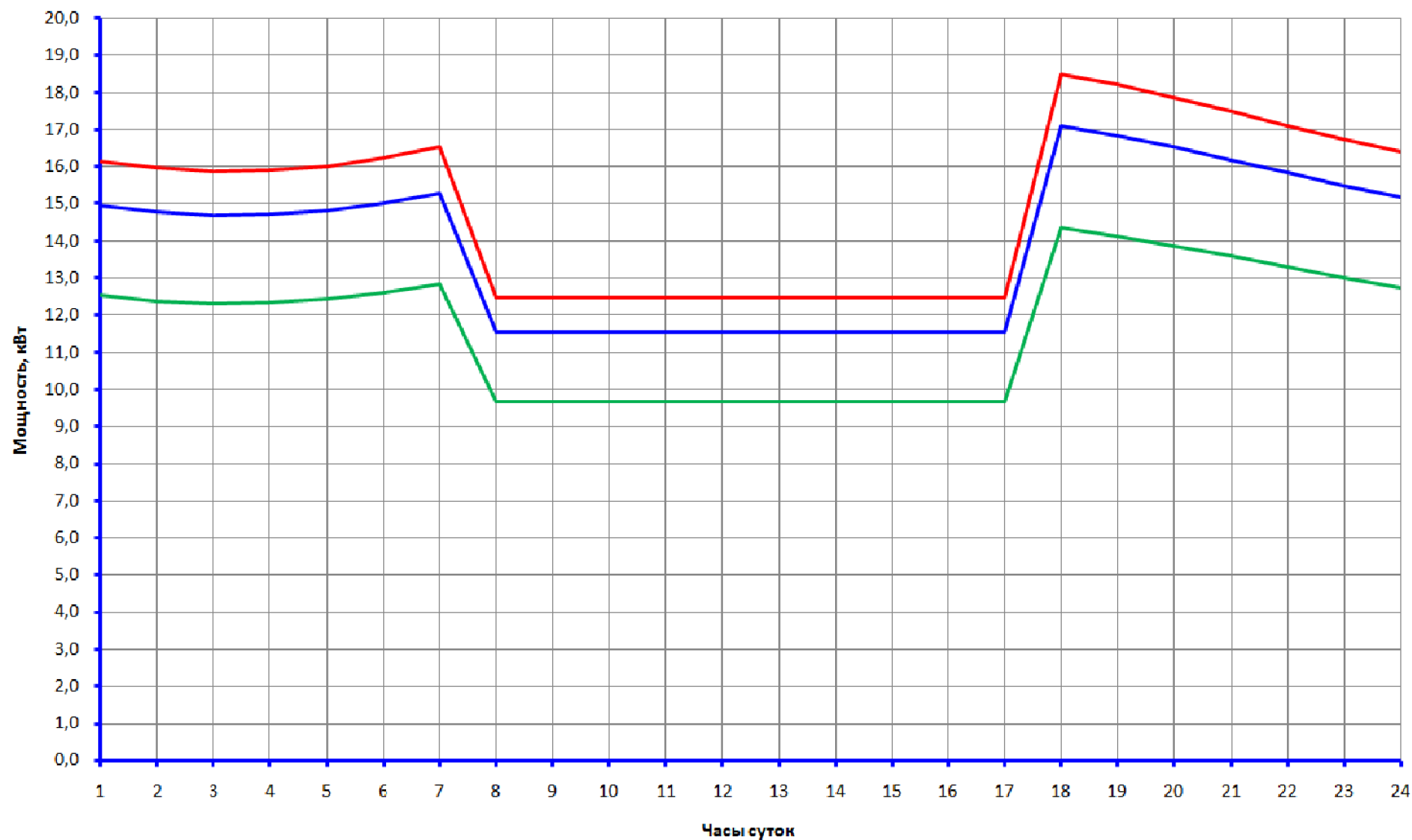


Рисунок 8

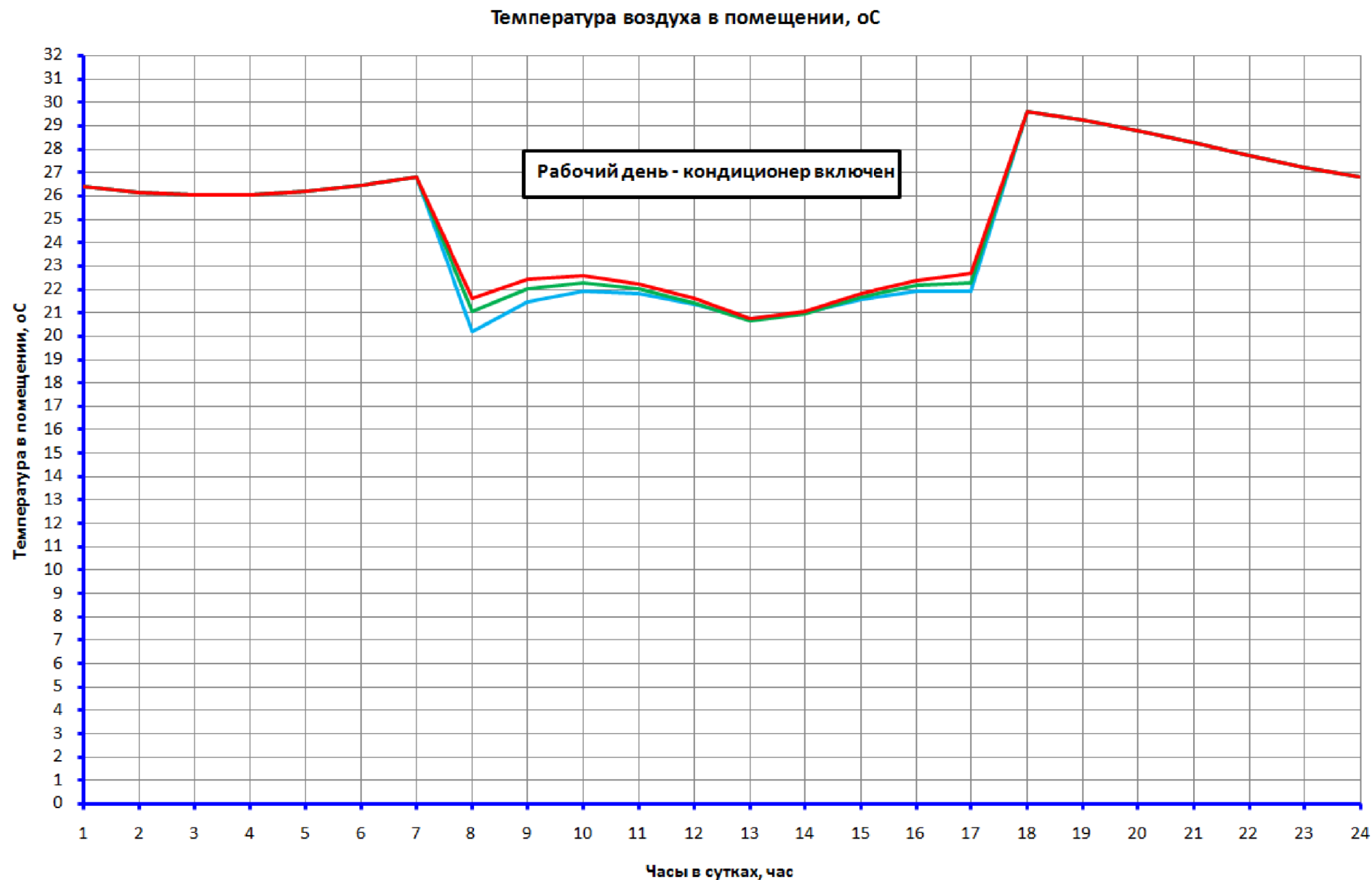


Рисунок 9

Влажность воздуха в помещении. Изолированный кондиционер. 15 июля Н. Новгород

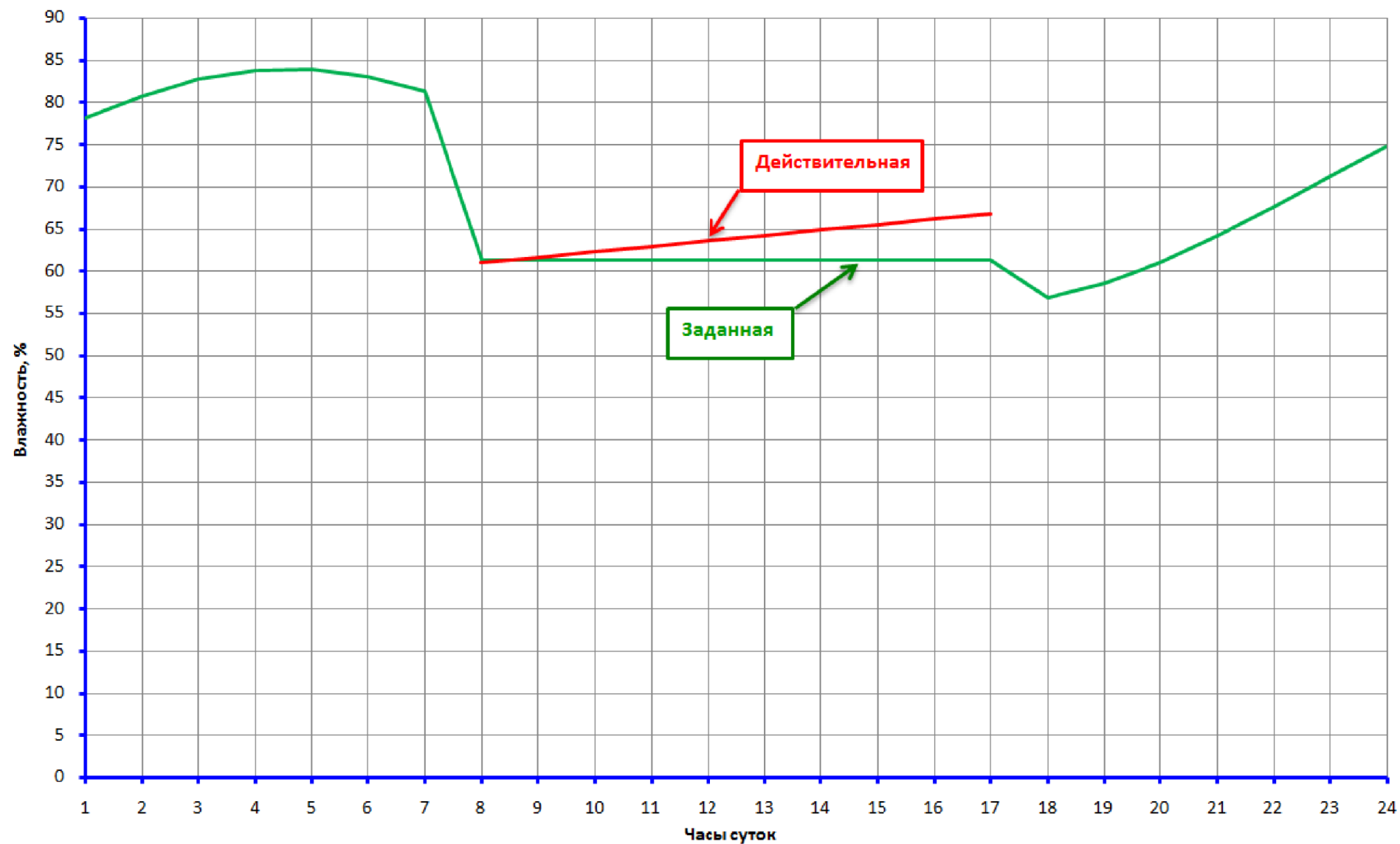


Рисунок 10

Изолированный (бытовой) кондиционер.

Температура		Влажность		Давление		Кондиционер		Скорость		v1		v2		v3		Воздух на выходе из кондиционера														
180	_D	120	_Df	62	_Da	do, м	0,15	м/с	5,2			6,2			6,7		tk, °C	φ, %	ρ, кг/м³	d _{max} г/кг	d _{min} г/кг	ω, кг/кг.к	ω, кг/кг.к	ср. кДж/(кг.К)						
360	_T	360	_Tf	360	_Ta	ρ _{доп} шт	6										7	95	1,23	5,8	5,5	1,0030	1,8607	1,0132	-ds					
2	_at (σ)	14	_af (σ)	60	_aa	f, м2	0,11			Расход, м	1985	Расход, м	2367	Расход, м	2557		90...95 удаление влаги г/м³ 5,9_dyd													
28	_tcp	70	_fiscr	98996	_аср	тип, с	7	tis 7...10	Мощнос	9,7	Мощнос	11,6	Мощнос	12,5			Параметр L/N													
22	_Trom					φ, %	95	fik 90...95		205		205		205																
									Кратность	11,1		13,3		14,4																
Параметры наружного воздуха и заданная температура в помещении																														
Земля										Теплопоступления										Помещение				Функция накопления			Влажность в помещении			Кондиционер
Давл, темп, влаж, плотность										Солнечная радиация										Охлаждение помещения				влажности						
Время, ч	угол поворота	Давл, Па	tn, °C	φ, %	d _{max} г/кг	d _{min} г/кг	ρ _{доп} кг/м³	ср. кДж/(кг.К)	кДж/(кг.К)	N _{сол} кВт	N _{сол} кВт	N _{сол} кВт	N _{сол} кВт	N _{сол} кВт	N _{сол} кВт	N _{сол} кВт	min	mid	max	t1, oC	t2, oC	t3, oC	дел, г/кг			Ф _{тпм} %			Изолированный	
1	0	98952	26,4	78	21,8	17,0	1,15	1,0038	1,8647	1,0356	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	14,5	16,1	26,4	26,4	26,4							выключен	
2	15	98964	26,1	81	21,5	17,4	1,15	1,0038	1,8647	1,0362	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4	14,6	16,0	26,1	26,1	26,1							выключен	
3	30	98978	26,0	83	21,3	17,7	1,15	1,0038	1,8646	1,0367	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,3	14,7	15,9	26,0	26,0	26,0							выключен	
4	45	98993	26,0	84	21,3	17,9	1,15	1,0038	1,8646	1,0372	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,3	14,7	15,9	26,0	26,0	26,0							выключен	
5	60	99009	26,2	84	21,5	18,1	1,15	1,0038	1,8647	1,0375	0,6	2,5	4,3	0,4	1,5	2,6	12,4	14,8	16,0	26,2	26,2	26,2							выключен	
6	75	99024	26,4	83	21,9	18,2	1,15	1,0038	1,8647	1,0377	3,3	6,9	9,4	2,0	4,1	5,6	12,6	15,0	16,2	26,4	26,4	26,4							выключен	
7	90	99036	26,8	81	22,4	18,2	1,15	1,0038	1,8648	1,0378	5,8	9,6	12,0	3,5	5,8	7,2	12,8	15,3	16,5	26,8	26,8	26,8							выключен	
8	105	99047	22,0	61	16,7	10,3	1,17	1,0036	1,8637	1,0227	7,9	11,8	14,1	8,7	11,1	12,5	9,7	11,6	12,5	20,2	21,0	21,6	10,2	10,2	10,2	61	61	61	включен	
9	120	99053	22,0	61	16,7	10,3	1,17	1,0036	1,8637	1,0227	9,3	13,1	15,3	9,6	11,9	13,2	9,7	11,6	12,5	21,5	22,0	22,5	10,4	10,3	10,3	62	62	62	включен	
10	135	99056	22,0	61	16,7	10,3	1,17	1,0036	1,8637	1,0227	9,8	13,4	15,5	9,9	12,0	13,3	9,7	11,6	12,5	21,9	22,3	22,6	10,5	10,4	10,4	63	62	62	включен	
11	150	99055	22,0	61	16,7	10,3	1,17	1,0036	1,8637	1,0227	9,7	13,1	15,0	9,8	11,9	13,0	9,7	11,6	12,5	21,8	22,0	22,2	10,6	10,6	10,5	64	63	63	включен	
12	165	99049	22,0	61	16,7	10,3	1,17	1,0036	1,8637	1,0227	9,2	12,3	14,1	9,5	11,4	12,5	9,7	11,6	12,5	21,4	21,4	21,6	10,8	10,7	10,6	64	64	64	включен	
13	180	99040	22,0	61	16,7	10,3	1,17	1,0036	1,8637	1,0227	8,5	11,3	12,9	9,1	10,8	11,7	9,7	11,6	12,5	20,7	20,7	20,8	10,9	10,8	10,7	65	64	64	включен	
14	195	99028	22,0	61	16,7	10,3	1,17	1,0036	1,8637	1,0227	8,8	11,7	13,3	9,3	11,0	12,0	9,7	11,6	12,5	21,0	21,0	21,0	11,1	10,9	10,8	66	65	65	включен	
15	210	99014	22,0	61	16,7	10,3	1,17	1,0036	1,8637	1,0227	9,4	12,6	14,4	9,6	11,6	12,6	9,7	11,5	12,5	21,6	21,6	21,8	11,2	11,0	10,9	67	66	65	включен	
16	225	98999	22,0	61	16,7	10,3	1,17	1,0036	1,8637	1,0227	9,8	13,3	15,2	9,9	12,0	13,1	9,7	11,5	12,5	21,9	22,1	22,4	11,3	11,1	11,1	68	67	66	включен	
17	240	98983	22,0	61	16,7	10,3	1,17	1,0036	1,8637	1,0227	9,8	13,4	15,6	9,9	12,0	13,4	9,7	11,5	12,5	21,9	22,3	22,7	11,5	11,2	11,2	69	67	67	включен	
18	255	98968	29,6	57	26,3	14,9	1,14	1,0040	1,8655	1,0319	9,0	12,8	15,1	5,4	7,7	9,1	14,3	17,1	18,5	23,6	23,6	23,6							выключен	
19	270	98956	29,2	59	25,7	15,1	1,14	1,0040	1,8654	1,0321	7,2	11,1	13,4	4,3	6,7	8,0	14,1	16,8	18,2	29,2	29,2	29,2							выключен	
20	285	98945	28,7	61	25,0	15,3	1,14	1,0039	1,8653	1,0325	5,0	8,8	11,3	3,0	5,3	6,8	13,9	16,5	17,9	28,7	28,7	28,7							выключен	
21	300	98939	28,2	64	24,3	15,6	1,14	1,0039	1,8652	1,0330	2,3	5,7	8,1	1,4	3,4	4,9	13,6	16,2	17,5	28,2	28,2	28,2							выключен	
22	315	98936	27,7	68	23,6	16,0	1,15	1,0039	1,8650	1,0337	0,5	2,2	3,9	0,3	1,3	2,3	13,3	15,6	17,1	27,7	27,7	27,7							выключен	
23	330	98937	27,2	71	22,9	16,3	1,15	1,0039	1,8649	1,0343	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	15,5	16,7	27,2	27,2	27,2							выключен	
24	345	98943	26,8	75	22,3	16,7	1,15	1,0038	1,8648	1,0350	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,7	15,2	16,4	26,8	26,8	26,8							выключен	

Рисунок 11

Прямоточный кондиционер.

Температура		Влажность		Давление		Кондиционер		Скорость		v1		v2		v3		Воздух на выходе из кондиционера																										
180	D	120	Dfi	62	Da	do, м	0,15	м/с	5			5,9		6,4		tk, °C	φ, %	ρв, кг/м³	dmax, г/кг	d0, г/кг	φв, кг/кг.К	φв, кг/кг.К	κДж/(кг.К)																			
360	T	360	Tfi	360	Ta	пвт, шт	8									10	95	1,22	7,3	6,9	1,0031	1,86123	1,0159	cis																		
2	at (σ)	14	afi (σ)	60	aa	f, м2	0,14	Расход, м	2545	Расход, м	3003	Расход, м	3257																													
28	tcp	70	fisc	98996	acr	tисп, °C	10	Мощнос	16,2	Мощнос	19,1	Мощнос	20,7																													
						φ, %	95	fik за...40	157		157		157	Параметр L/N																												
								Кратность	14,3		16,9		18,3																													
Параметры наружного воздуха																								Теплопоступления						Помещение						Функция накопления			Влажность в помещении			Кондиционер
	Земля	Давл, темп, влаж, плотность						Сухой		Пар		Влажный		Солнечная радиация		Нагрев воздуха в помещении		Мощн. кондиционера первей			Охлаждение помещения			влажности																		
Время, ч	угол поворота	Давл, Па	tn, °C	φ, %	dmax, г/кг	d0, г/кг	ρвmax, кг/м³	сп, κДж/(кг.К)	κДж/(кг.К)	Nсол, кВт	Nсол, кВт	Nсол, кВт	Nсол, кВт	Nсол, кВт	Nсол, кВт	Nсол, кВт	Nсол, кВт	min	mid	max	t1, °C	t2, °C	t3, °C	d0n, г/кг	φroom, %																	
1	0	98952	26,4	78	21,8	17,0	1,15	1,0038	1,8647	1,0356	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	15,9	17,3	26,4	26,4	26,4						выключен													
2	15	98964	26,1	81	21,5	17,4	1,15	1,0038	1,8647	1,0362	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	15,7	17,0	26,1	26,1	26,1						выключен													
3	30	98978	26,0	83	21,3	17,7	1,15	1,0038	1,8646	1,0367	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2	15,6	16,9	26,0	26,0	26,0						выключен													
4	45	98993	26,0	84	21,3	17,9	1,15	1,0038	1,8646	1,0372	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2	15,6	17,0	26,0	26,0	26,0						выключен													
5	60	99009	26,2	84	21,5	18,1	1,15	1,0038	1,8647	1,0375	0,6	2,5	4,3	0,4	1,5	2,6	13,4	15,8	17,1	26,2	26,2	26,2						выключен														
6	75	99024	26,4	83	21,9	18,2	1,15	1,0038	1,8647	1,0377	3,3	6,9	9,4	2,0	4,1	5,6	13,6	16,0	17,4	26,4	26,4	26,4						выключен														
7	90	99036	26,8	81	22,4	18,2	1,15	1,0038	1,8648	1,0378	5,8	9,6	12,0	3,5	5,8	7,2	13,9	16,4	17,8	26,8	26,8	26,8						выключен														
8	105	99047	27,3	79	23,0	18,1	1,15	1,0039	1,8649	1,0377	7,9	11,8	14,1	8,7	11,1	12,5	14,2	16,8	18,2	20,2	20,9	21,3	8,09	8,06	8,05	35	35	35	включен													
9	120	99053	27,8	76	23,6	17,9	1,15	1,0039	1,8651	1,0373	9,3	13,1	15,3	9,6	11,9	13,2	14,6	17,2	18,7	21,2	21,7	22,0	8,07	8,05	8,04	34	34	34	включен													
10	135	99056	28,3	72	24,4	17,6	1,14	1,0039	1,8652	1,0368	9,8	13,4	15,5	9,9	12,0	13,3	15,0	17,7	19,2	21,6	22,0	22,2	8,06	8,04	8,03	33	33	33	включен													
11	150	99055	28,8	69	25,1	17,2	1,14	1,0039	1,8653	1,0361	9,7	13,1	15,0	9,8	11,9	13,0	15,4	18,1	19,7	21,5	21,8	21,9	8,05	8,02	8,01	32	32	32	включен													
12	165	99049	29,2	65	25,8	16,8	1,14	1,0040	1,8654	1,0353	9,2	12,3	14,1	9,5	11,4	12,5	15,7	18,5	20,1	21,2	21,4	21,5	8,03	8,01	8,00	31	31	31	включен													
13	180	99040	29,6	62	26,3	16,3	1,14	1,0040	1,8655	1,0344	8,5	11,3	12,9	9,1	10,8	11,7	15,9	18,8	20,4	20,7	20,8	20,8	8,02	8,00	7,99	30	30	30	включен													
14	195	99028	29,9	59	26,7	15,8	1,14	1,0040	1,8656	1,0336	8,8	11,7	13,3	9,3	11,0	12,0	16,1	19,0	20,6	21,0	21,1	21,1	8,01	7,99	7,98	30	30	30	включен													
15	210	99014	30,0	57	26,9	15,4	1,14	1,0040	1,8656	1,0328	9,4	12,6	14,4	9,6	11,6	12,6	16,2	19,1	20,7	21,4	21,6	21,7	8,01	7,99	7,98	30	30	30	включен													
16	225	98999	30,0	56	26,9	15,1	1,14	1,0040	1,8656	1,0322	9,8	13,3	15,2	9,9	12,0	13,1	16,1	19,0	20,7	21,7	22,1	22,2	8,01	7,99	7,98	30	30	30	включен													
17	240	98983	29,8	56	26,7	15,0	1,14	1,0040	1,8656	1,0319	9,8	13,4	15,6	9,9	12,0	13,4	16,0	18,9	20,5	21,7	22,1	22,4	8,01	7,99	7,98	30	30	30	включен													
18	255	98968	29,6	57	26,3	14,9	1,14	1,0040	1,8655	1,0319	9,0	12,8	15,1	5,4	7,7	9,1	15,8	18,7	20,3	29,6	29,6	29,6							выключен													
19	270	98956	29,2	59	25,7	15,1	1,14	1,0040	1,8654	1,0321	7,2	11,1	13,4	4,3	6,7	8,0	15,5	18,3	19,9	29,2	29,2	29,2							выключен													
20	285	98945	28,7	61	25,0	15,3	1,14	1,0039	1,8653	1,0325	5,0	8,8	11,3	3,0	5,3	6,8	15,2	17,9	19,5	28,7	28,7	28,7							выключен													
21	300	98939	28,2	64	24,3	15,6	1,14	1,0039	1,8652	1,0330	2,3	5,7	8,1	1,4	3,4	4,9	14,8	17,5	19,0	28,2	28,2	28,2							выключен													
22	315	98936	27,7	68	23,6	16,0	1,15	1,0039	1,8650	1,0337	0,5	2,2	3,9	0,3	1,3	2,3	14,5	17,1	18,5	27,7	27,7	27,7							выключен													
23	330	98937	27,2	71	22,9	16,3	1,15	1,0039	1,8649	1,0343	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,1	16,6	18,0	27,2	27,2	27,2							выключен													
24	345	98943	26,8	75	22,3	16,7	1,15	1,0038	1,8648	1,0350	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,8	16,2	17,6	26,8	26,8	26,8							выключен													

Параметр L/N

Рисунок 12

Рециркуляционный кондиционер.

Температура		Влажность		Давление		Кондиционер		Скорость		v1		v2		v3		Воздух на выходе из кондиционера																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
180	_D	120	_Df	62	_Da	do, м	0,15	м/с	8,8			10,2			11		tk, °C	φ, %	ρ _в , кг/м³	d _в , г/кг	d _в , г/кг	z _в , мм рт.ст.	z _в , мм рт.ст.	z _в , мм рт.ст.	z _в , мм рт.ст.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
360	_T	360	_Tf	360	_Ta	ρ _в , кг/м³	4										7	95	1,23	5,8	5,5	1,0030	1,8607	1,0132	cis																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
2	_at (σ)	14	_af (σ)	60	_aa	f, м2	0,07			расход, м³	2239	расход, м³	2596	расход, м³	2799		Объем наружного воздуха, м³/ч																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
28	_tcp	70	_fscr	98996	_asr	тисл, г	7	tis 7...10	Мощнос	9,6	Мощнос	11,1	Мощнос	12,0			Рециркуляция, м³/ч																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
20	_tpom					φ, %	95	filk so...ss	234	234	234	234	234	L/N	1839		Удаление влаги, г/м³																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Кратность										12,6	14,6	15,7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Параметры наружного воздуха и заданная температура в помещении										Солнечная радиация										Помещение										Перед испарителем										Влажность в помещении										Кондиционер																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Земля										Т.допустимая										Помещение										Перед испарителем										Влажность в помещении										Кондиционер																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Время, ч	Угол наклона	Давл, Па	Темп, °C	φ, %	d _в , г/кг	ρ _в , кг/м³	Сухой	Пар	Естественный	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н _{сол} , кВт	Н

Рисунок 13

Итоговая таблица.

Кондиционеры: изолированный, прямооточный, рециркуляционный.									
Время, ч	N _{из} , кВт	N _п , кВт	N _р , кВт	t _и , °C	t _п , °C	t _р , °C	φ _{из} , %	φ _п , %	φ _р , %
1				26,4	26,4	26,4	78	78	78
2				26,1	26,1	26,1	81	81	81
3				26,0	26,0	26,0	83	83	83
4				26,0	26,0	26,0	84	84	84
5				26,2	26,2	26,2	84	84	84
6				26,4	26,4	26,4	83	83	83
7				26,8	26,8	26,8	81	81	81
8	9,7	14,2	9,6	20,2	20,2	19,9	61	35	60,5
9	9,7	14,6	9,6	21,5	21,2	20,9	62	34	51,5
10	9,7	15,0	9,6	21,9	21,6	21,4	63	33	50,5
11	9,7	15,4	9,5	21,8	21,5	21,4	64	32	50,4
12	9,7	15,7	9,5	21,4	21,2	21,1	64	31	50,4
13	9,7	15,9	9,5	21,4	20,7	20,7	65	30	50,4
14	9,7	16,1	9,5	21,0	21,0	21,0	66	30	50,4
15	9,7	16,2	9,5	21,6	21,4	21,4	67	30	50,4
16	9,7	16,1	9,5	21,9	21,7	21,7	68	30	50,3
17	9,7	16,0	9,5	21,9	21,7	21,7	69	30	50,3
18				29,6	29,6	29,6	57	57	57
19				29,2	29,2	29,2	59	59	59
20				28,7	28,7	28,7	61	61	61
21				28,2	28,2	28,2	64	64	64
22				27,7	27,7	27,7	68	68	68
23				27,2	27,2	27,2	71	71	71
24				26,8	26,8	26,8	74	74	74

Мощность кондиционеров различной конфигурации, кВт

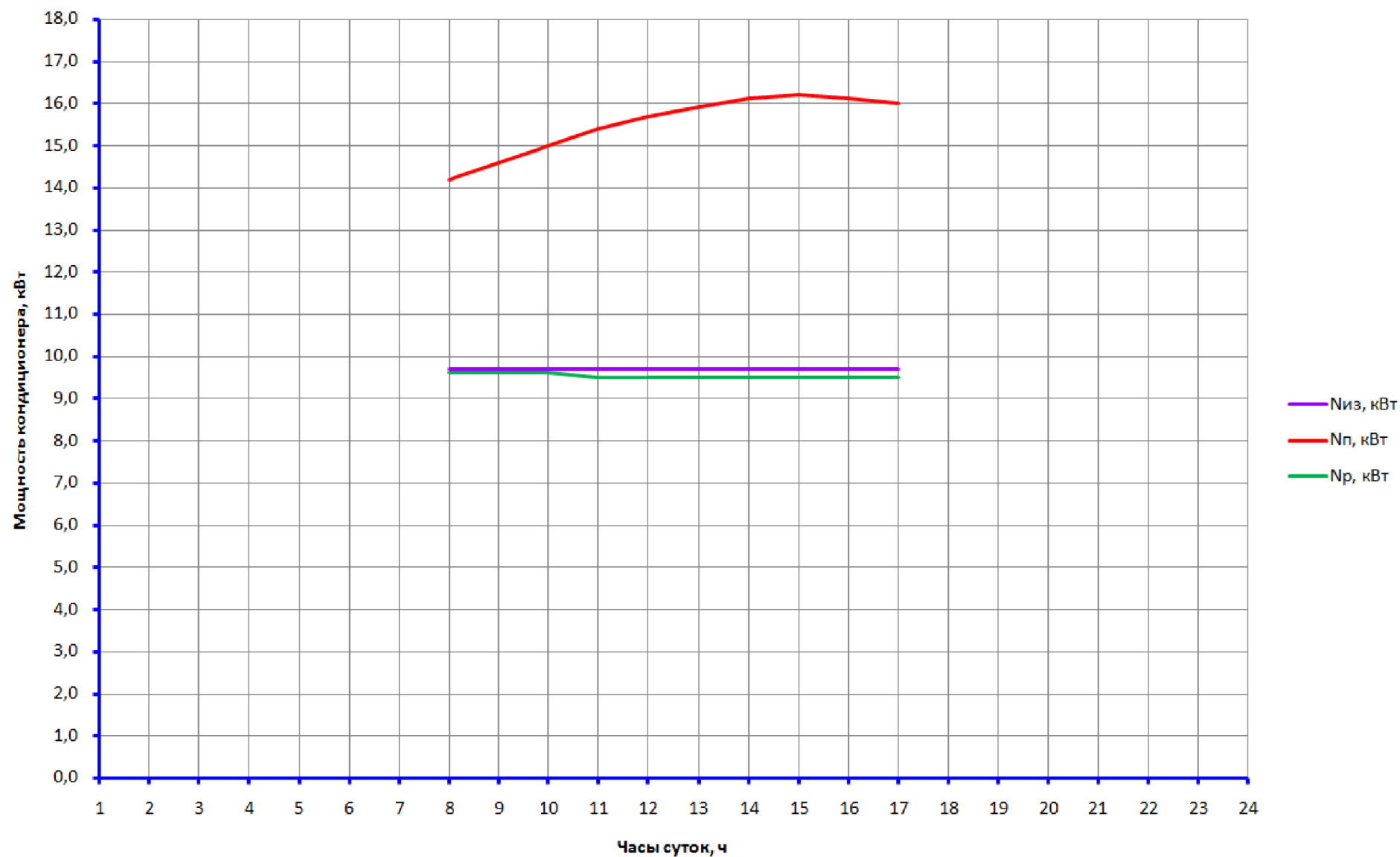


Рисунок 17

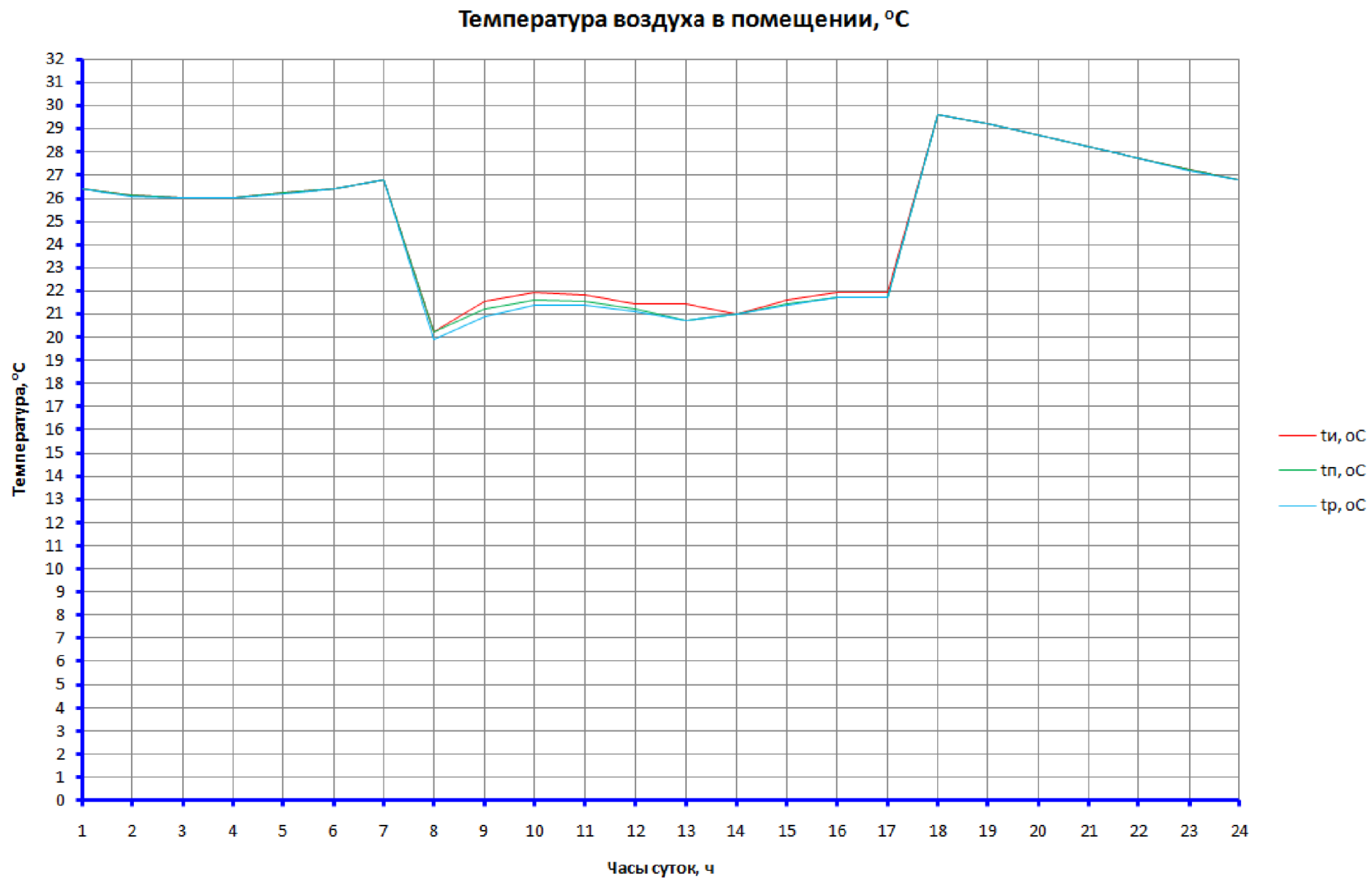


Рисунок 18

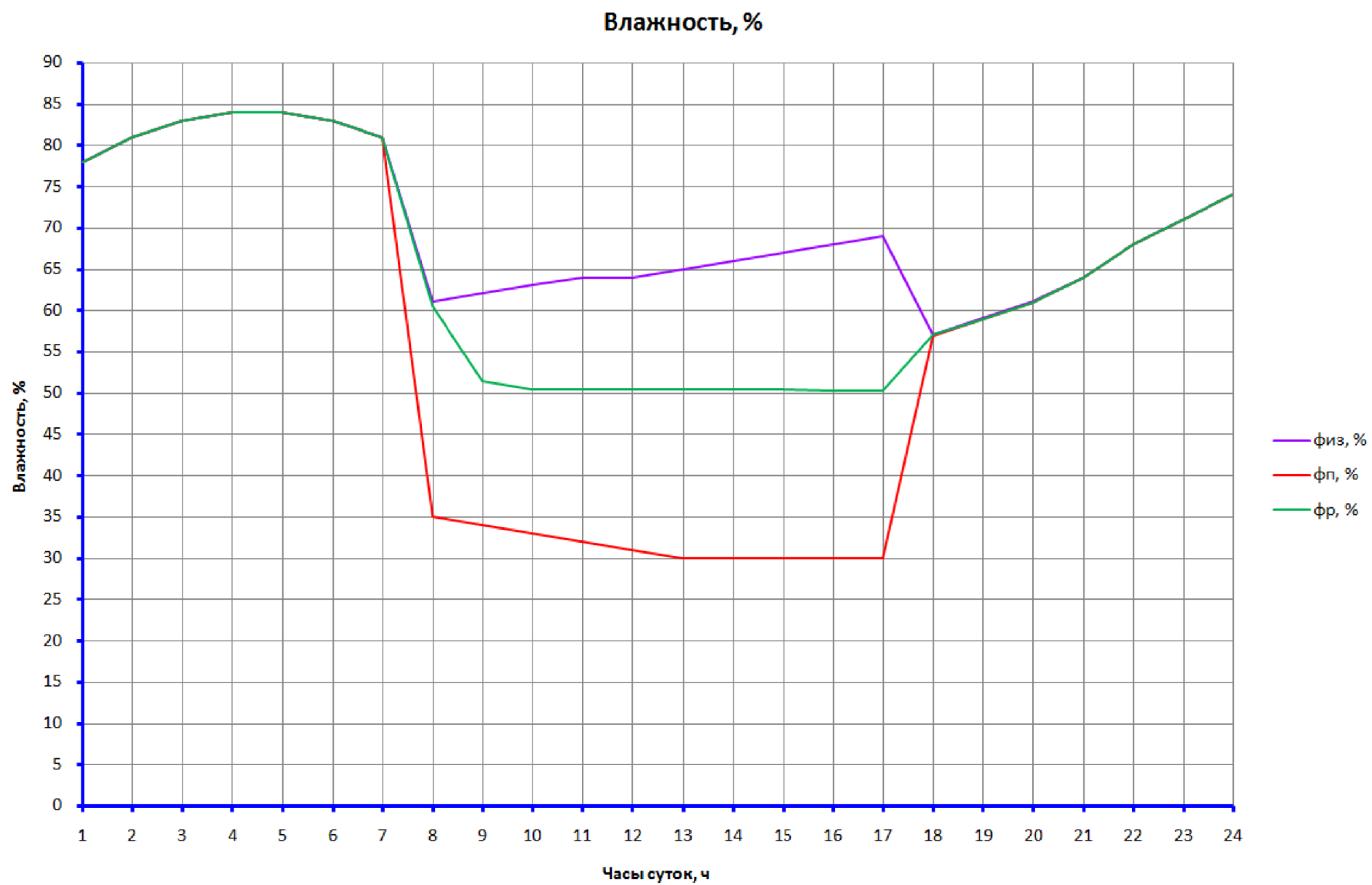


Рисунок 19

4. Проверка алгоритма.

Для подтверждения работоспособности алгоритма, еще на стадии составления, я начинаю проверку на явные противоречия. Это кроме ошибок в вычислениях. При этом приходится пользоваться косвенными, литературными и данными собственных нерегулярных экспериментов. Если противоречия устранены, то я уверенно пользуюсь алгоритмом.

Первое - слишком простое определение нагрузки от солнечной радиации .

Расчет получается очень простой. Простой не значит не верный. Представьте себе масштаб явления: размеры Солнца, Земли и размеры здания см. рисунок 20. В 2001 году я измерял стену толщиной 1,1 м, обращенную на Север. Для измерений использовался термоспирометр Т-250 срс (измерительная станция). Когда наступила жара, стена прогрелась насквозь за пару дней и температуры воздуха снаружи и внутри почти сравнялись, см. рисунок 21. Наша стена имеет толщину 380 мм. Кроме того тепло в помещение попадает не только конвекцией, но и излучением от нагретой поверхности стены. А самое главное радиация на здание определена довольно точно, хотя имеет вероятностный характер. Например в СНиПе насчитывается около 20 эмпирических коэффициентов - представьте точность вычислений...

Второе - температура воздуха на выходе из испарителя .

Какую же температуру вводить в алгоритм: для двух систем температура 7°C, а для проточного 10°C. Существует такой коэффициент L/N - удельный расход воздуха через испаритель, см. таблица, он изменяется в пределах 100...230 м³/кВт. Если для проточной системы ввести 7°C, то этот коэффициент увеличится до 350, а такого быть не может.

База данных канальных кондиционеров. Начало создания 22.04.03.

Исходны	NN	Фирма	Тип	Марка	L, мкуб/ч	Нохл, кВт	L/N	Рст, П	Продавец	Цена,
3	12	FUJI ELEKTRIK	хол/тепло	RD 90R	3000	28,8	104		СИЕСТА	7965
22	6	DAIKIN	хол/тепло	FHYB100F+ПУ	1200	10,0	120	90	ДАИЧИ	4625
39	3	GENERAL	хол/тепло	ARG18RLB	750	5,3	142		Имп. Климата	2026
48	1	GREE	хол/тепло	FGR5HA-C	750	5,0	150	100	ЕВРОКЛИМАТ	1320
52	7	GREE	хол/тепло	FGR12H/A-G	1500	10,0	150	100	ЕВРОКЛИМАТ	2299
60	16	GREE	хол/тепло	FGR40H/A-G	6000	40,0	150	200	ЕВРОКЛИМАТ	11500
62	8	SANYO	хол/тепло	SPW-D763GH56	3360	22,4	150	200	ПОЛЕЛЬ	4165
65	3	DeLonghi	хол/тепло	JDP50	980	6,1	161	50	ЕВРОКЛИМАТ	2166
66	6	FUJI ELEKTRIK	хол/тепло	RD 18R	900	5,3	170		СИЕСТА	1989
68	3	SANYO	хол/тепло	SPW-U363GH56	1800	10,6	170	50	ПОЛЕЛЬ	1697
79	6	SANYO	хол/тепло	SPW-D363GH56	1800	10,6	170	200	ПОЛЕЛЬ	1780
85	7	DeLonghi	хол/тепло	HEM-MP70	1600	9,4	170	50	ЕВРОКЛИМАТ	3126
110	13	GREE	хол/тепло	FGR25H/A-G	4500	25,0	180	200	ЕВРОКЛИМАТ	5918
113	12	GREE	хол/тепло	FGR20H/A-G	4000	20,0	200	200	ЕВРОКЛИМАТ	4631
115	8	Kentatsu	хол/тепло	KSTS105H	2400	10,5	229	190	ДАИЧИ	2840

Третье - почему "изолированный" кондиционер не понижает влажность в помещении .

В 2008 году я стал измерять влажность психрометром Асмана в офисе (так на всякий случай). Офис 7х6х3.2 м, рабочих мест 6, настенный сплит 5,3 кВт, см. рисунок 22. Начало измерений декабрь 2007 года, я измерял влажность в конце рабочего дня, когда появлялось свободное время. В мае эпизодически начали включать кондиционер, в конце мая кондиционер работал постоянно. И я обратил внимание на то, что температуру кондиционер снижал, а влажность не уменьшается. Наконец в начале июля влажность достигла 60%. Я не знал в чем причина. Алгоритм дал объяснение - нет вытяжки, а один кондиционер не может снизить влажность .

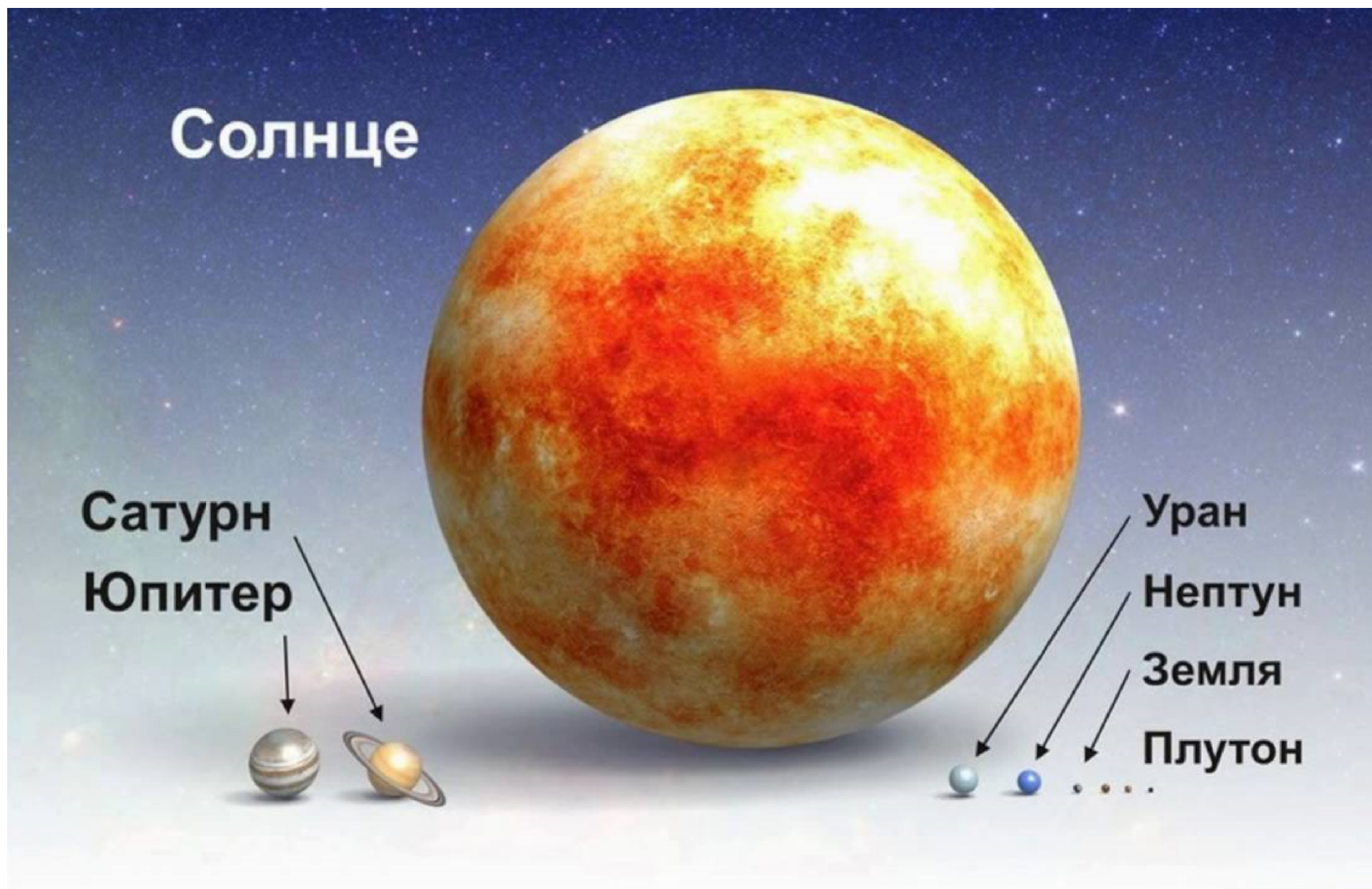


Рисунок 20

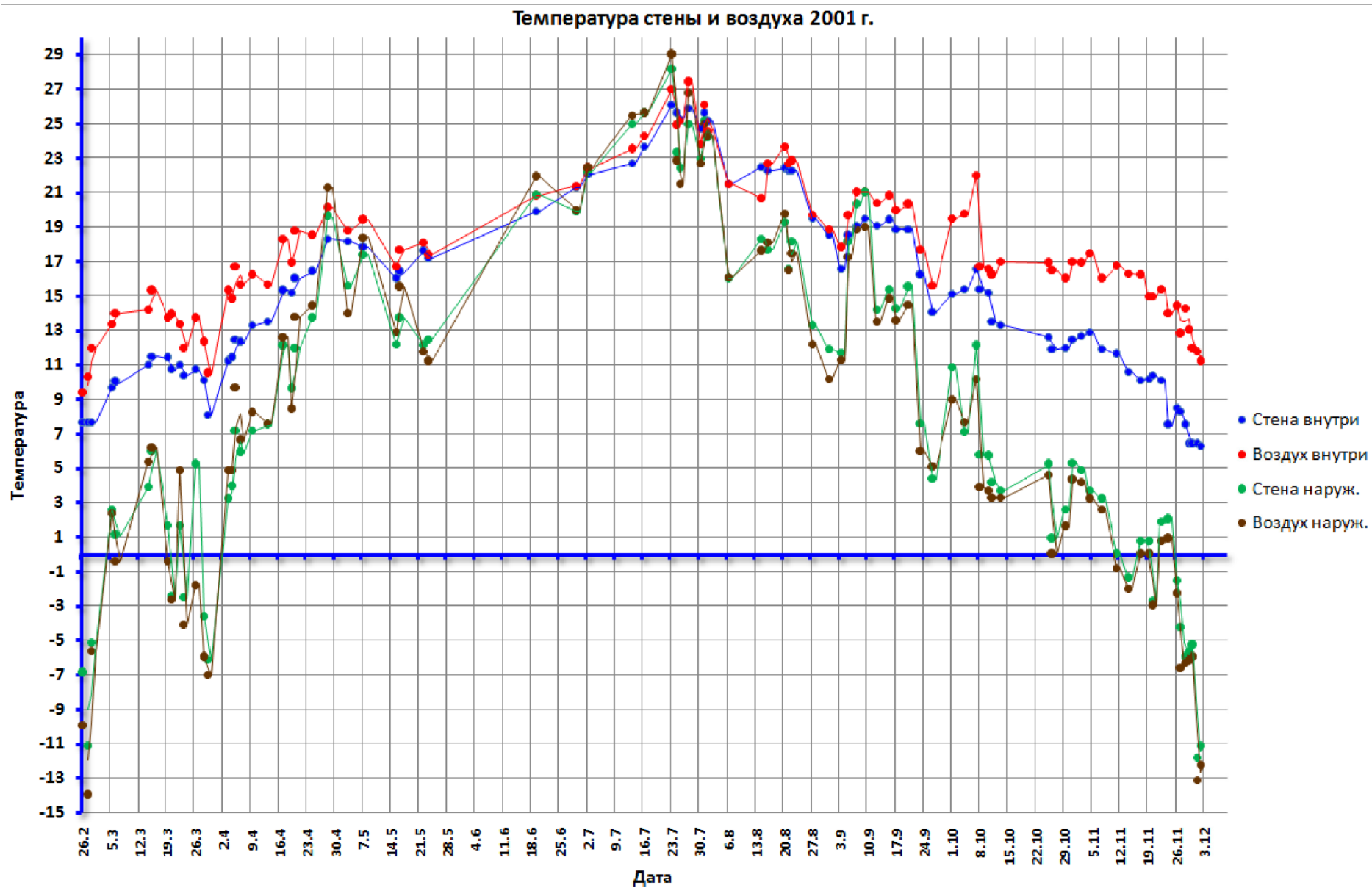


Рисунок 21

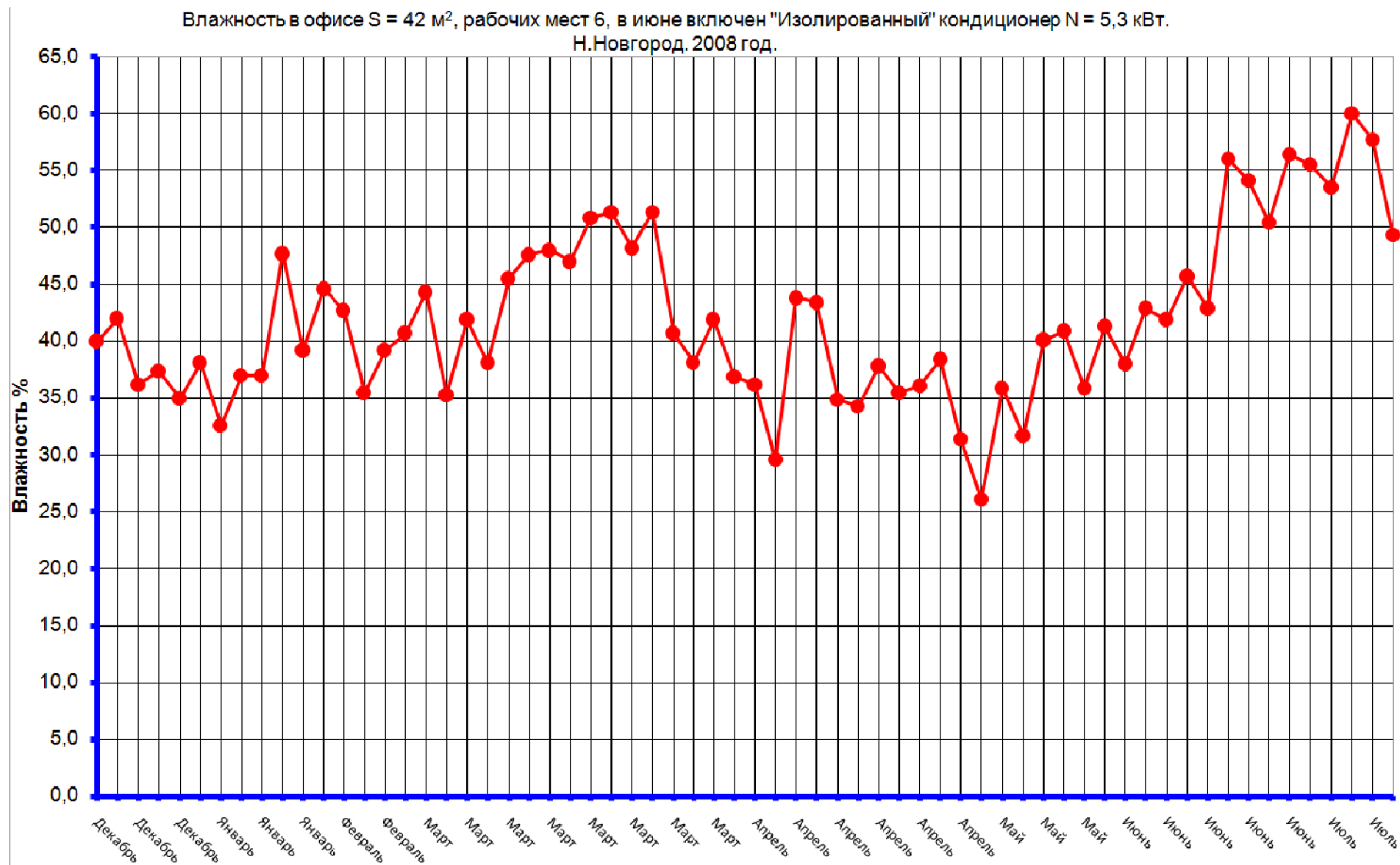


Рисунок 22

5. Список литературы.

1. Андониев И.Ю. Солнечная радиация на кровлю и стены здания . Расчет. Нижний Новгород 2016.
2. Андониев И.Ю. Атмосфера. Параметры для технических расчетов . Справочник по климату СССР. Нижний Новгород 2018.
3. В.Н. Богословский, О.Я. Кокорин, Л.В. Петров Кондиционирование воздуха и холодоснабжение . М. Москва Стройиздат 1985.
4. Пономарев К.К. Составление дифференциальных уравнений . Вышэйшая школа . Минск. 1973.
5. Андониев И.Ю. Формулы для расчета любых процессов тепловлажностного состояния воздуха. Н.Новгород 2019.

Для посетителей форума АВОК: все мои работы
находятся → проектант.орг → вентиляция →
алгоритмы расчетов.