Утверждаю
Заместитель Главного
государственного
санитарного врача СССР
А.И.ЗАИЧЕНКО
24 сентября 1974 г. N 1184-74

**САНИТАРНЫЕ НОРМЫ <*>
ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ МОРСКИХ СУДОВ, ОБОРУДОВАННЫХ СИСТЕМОЙ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

<*> Нормы разработаны НИИ гигиены водного транспорта Минздрава СССР.

I. Микроклимат

В жилых и общественных помещениях судов, оснащенных системами кондиционирования воздуха, должны обеспечиваться расчетные условия микроклимата в градусах результирующих температур (°РТ) в соответствии с нижеприведенными нормами табл. 1 (способ нахождения метеорологических параметров микроклимата по заданному нормой значению °РТ и порядок определения величин °РТ см. в примечаниях 3, 4).

Таблица 1

Районы плавания	Комплексные величины микроклимата в градусах результирующих температур (°РТ)	
	теплый период года	холодный период года
I	24,1	-
II	23,2	19,2
III	19,7	18,1
IV	20,5	19,0
Для судов неограниченного плавания	24,1	18,1

Примечания: 1. Районы плавания:
I - до 30° северной или южной широты;
II - от 30° до 45° северной или южной широты;
III - от 45° до 60° северной или южной широты;
IV - более 60° северной или южной широты.

2. Отдельные компоненты микроклимата, составляющие результирующую температуру, принимаются в следующих пределах:

- относительная влажность воздуха (фи) - 50 +/- 10%;
- скорость движения воздуха (V) 0,15 м/сек. (при эксплуатации допускается подвижность воздуха до 0,5 м/сек.);
- показатель, характеризующий среднюю радиационную температуру (алгебраическую разность между температурой воздуха помещений и средней радиационной температурой ограждений), не должен превышать +/- 2 - 4°(ДЕЛЬТА t).

Значение средней температуры ограждений брать из расчетов теплоизоляции помещений;

- температура воздуха (t_c - конвекционная) определяется по

номограмме из комплексного значения норм в °РТ с учетом расчетного значения радиационной температуры и принимаемых величин влажности и подвижности воздуха.

3. Методика определения составляющих параметров микроклимата по заданному нормой значению результирующей температуры.

Определения метеорологических параметров микроклимата по заданному нормами значению РТ при расчетах судовых систем кондиционирования воздуха производятся с помощью "Номограммы результирующих температур..." в следующем порядке:

а) на линии принятой подвижности воздуха шкалы III номограммы отмечаем точку, соответствующую значению нормируемой величины, °РТ;

б) прямую линию, фиксированную у этой точки, перемещаем по одной из веерных горизонтальных линий шкалы V, соответствующей величине принятой относительной влажности воздуха, до совпадения значений температуры по шкале II и шкале V. Полученное значение температуры на шкале II является промежуточной величиной N;

в) на шкале IV откладываем значение полученной из расчетов теплоизоляции разницу (ДЕЛЬТА t) между средней радиационной температурой ограждений и конвекционной температурой воздуха ДЕЛЬТА t_c = (Rt - t). Точку, соответствующую величине ДЕЛЬТА t, соединяем прямой с принятым значением скорости движения воздуха на шкале I и на пересечении этой прямой со шкалой II определяем поправку на тепловую радиацию (дельта t);

г) искомая конвекционная температура воздуха (t_c) в кондиционируемом помещении соответствует сумме или разности промежуточной величины температуры и поправки на тепловую радиацию (t_c = N +/- дельта t) в зависимости от соотношения температуры ограждений и t_c воздуха, полученного в расчетах тепловой изоляции. Поправка на тепловую радиацию (дельта t) добавляется к промежуточной величине N, когда температура ограждений ниже температуры воздуха, и вычитается в случае, когда температура ограждений выше температуры воздуха в судовом помещении;

д) полученное значение конвекционной температуры можно изменить, варьируя величиною относительной влажности, подвижности воздуха, значений ДЕЛЬТА t, принятых в пределах, установленных нормами. Например: требуется определить t_c для расчета системы летнего кондиционирования воздуха на судне, предполагаемом к эксплуатации во втором климатическом районе (от 30 до 45° сев. и южн. широты).

Принимаем: фи = 60%; V = 0,15 м/сек.

Заимствуем из расчета теплоизоляции: ДЕЛЬТА t = +4.

На шкале III номограммы откладываем значение нормы микроклимата для данного района плавания в теплый период года (23,2 °РТ) на линии принятой скорости движения воздуха 0,15 м/сек. Вращая линейку вокруг заданного значения РТ 23,2°, добиваемся максимального совпадения температуры на шкале V (на пересечении вертикальной линии с горизонтальной линией принятой относительной влажности - 60%) и шкале II. Это промежуточная величина (N) оказалась равной 26. На шкале IV откладываем принятую разность между средней радиационной температурой ограждений и температурой воздуха ДЕЛЬТА t = +4. Найденную точку соединяем прямой с принятым значением скорости движения воздуха 0,15 м/сек. на шкале I и на пересечении этой прямой со шкалой II определяем поправку на тепловую радиацию дельта t = +2. Искомая конвекционная температура (t_c) равна 26 - 2,0 = 24,0°.

Или требуется определить t_c для расчета системы зимнего кондиционирования на судне, предполагаемом к эксплуатации в III

климатическом районе. Принимаем: фи = 50%; V = 0,15 м/сек. Заимствуем из расчета теплоизоляции ДЕЛЬТА t = -4°. Имея норматив 18,1 °РТ, пользуясь аналогичными приемами, находим промежуточную величину, равную 20°, затем значения поправки на тепловую радиацию, равную 2,0°, суммируем эти две величины: 20° + 2° = 22°. Искомая конвекционная температура равна 22°.

Некоторые сочетания параметров, характеризуемые расчетными величинами результирующих температур, представлены в таблице 2, в которой приведены данные расчетов микроклиматических параметров при ДЕЛЬТА t = +/- 2, 3, 4 и фи = 50%.

Таблица 2

СОЧЕТАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА
ДЛЯ РАСЧЕТНЫХ ВЕЛИЧИН РЕЗУЛЬТИРУЮЩИХ ТЕМПЕРАТУР
(ПРИ ДЕЛЬТА t = +/- 2, 3, 4 И фи = 50%)

+/- ДЕЛЬ-ТА t	V, м/сек.	фи, %	Температура воздуха в °С						
			холодный период			теплый период			
			II р-н плав. 19,2 °РТ	III р-н плав. 18,1 °РТ	IV р-н плав. 19,0 °РТ	I р-н плав. 24,1 °РТ	II р-н плав. 23,2 °РТ	III р-н плав. 19,7 °РТ	IV р-н плав. 20,5 °РТ
4	0,15	50	23,0	22,0	22,5	25,5	24,5	19,5	20,5
3	0,15	50	22,5	21,5	22,0	26,0	25,0	20,0	21,0
2	0,15	50	22,0	21,0	21,5	26,5	25,5	20,5	21,5

4. Методика оценки микроклиматических условий по результирующим температурам.

1. Результирующая температура - комплексный показатель, характеризующий сочетание четырех параметров, составляющих микроклимат помещения: температуры, относительной влажности, подвижности воздуха, средней радиационной температуры ограждения.

Для определения величины результирующей температуры (°РТ) необходимо иметь следующие исходные данные измерений:

- температуры воздуха по сухому термометру ($t_с$);
- температуры воздуха по смоченному термометру ($t_м$); (замеряется аспирационным психрометром Ассмана);
- температуры воздуха по шаровому термометру ($t_ш$);
- скорости движения воздуха (V, м/сек.) (замеряется термоанемометром ЭА-2М, ЭА-1М и др. или крыльчатым анемометром).

Замеры микроклимата производятся в местах преимущественного нахождения членов экипажа и пассажиров на высоте 1,2 м от палубы.

По этим данным необходимо определить сначала среднюю радиационную температуру (Rt) по таблицам 3 и 4 следующим образом:

а) определяется алгебраическая разность между показаниями шарового и сухого термометров ДЕЛЬТА $t' = t_ш - t_с$; ДЕЛЬТА t может быть положительной и отрицательной в зависимости от интенсивности тепловой радиации от ограждений;

б) в первой строке таблицы 3 находим величину, равную или близкую к ДЕЛЬТА t', и в строке подвижности воздуха (V, м/сек.), расположенной слева, находим число А. Если ДЕЛЬТА t' не целое число, то количество десятых умножается на число, указанное в крайнем правом столбце (0,1° ДЕЛЬТА t) на соответствующей строчке, и прибавляется к числу А.

Например: $t_с = 23,3$; $t_ш = 26,6$; V = 0,5 м/сек.;
ДЕЛЬТА t' = 26,6 - 23,3; ДЕЛЬТА t' = 3,3;
A = 5,51 x (0,184 x 3); A = 6,06 = 6,1;
Величина A сохраняет тот же знак, что и ДЕЛЬТА t';

Таблица 3

ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ "А" ПО РАЗНИЦЕ ПОКАЗАНИЙ ШАРОВОГО И СУХОГО ТЕРМОМЕТРОВ С УЧЕТОМ ПОДВИЖНОСТИ ВОЗДУХА

V, м/сек.\ \ДЕЛЬТА t	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	0,1
0,1	0,82	1,64	2,46	3,28	4,10	4,92	5,74	6,57	0,082
0,2	1,16	2,32	3,48	4,64	5,81	6,97	8,13	9,29	0,116
0,3	1,42	2,84	4,27	5,69	7,11	8,53	9,95	11,38	0,142
0,4	1,64	3,28	4,92	6,57	8,21	9,85	11,49	13,13	0,164
0,5	1,84	3,67	5,51	7,34	9,18	11,02	12,85	14,69	0,184
0,6	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	0,201
0,7	2,17	4,34	6,51	8,68	10,85	13,02	15,19	17,37	0,217
0,8	2,32	4,64	6,97	9,29	11,61	13,93	16,25	18,58	0,232
0,9	2,46	4,92	7,39	9,85	12,31	14,77	17,24	19,70	0,246
1,0	2,59	5,19	7,79	10,38	12,98	15,57	18,17	20,76	0,259
0,1	2,72	5,44	8,16	10,89	13,61	16,33	19,05	21,77	0,272
0,2	2,84	5,69	8,53	11,38	14,22	17,06	19,91	22,75	0,287
0,3	2,96	5,92	8,88	11,84	14,80	17,75	20,74	23,67	0,296
0,4	3,07	6,14	9,21	12,28	15,35	18,42	21,50	24,57	0,307
0,5	3,18	6,36	9,54	12,71	15,89	19,07	22,25	25,43	0,318
0,6	3,28	6,57	9,85	13,13	16,42	19,70	22,98	26,26	0,328
0,7	3,38	6,77	10,15	13,54	16,92	20,30	23,69	27,07	0,338
0,8	3,48	6,97	10,45	13,94	17,42	20,91	24,39	27,88	0,348
0,9	3,58	7,16	10,73	14,31	17,89	21,47	25,05	28,63	0,358

в) таблице 4 по температуре шарового термометра ($t_ш$) определяем число B. В таблице целые величины градусов указаны в первом столбце, а последующие 10 столбцов соответствуют десятым долям градуса, обозначенным сверху.

Например: $t_ш = 26,6$; B = 84,58.

Число B всегда положительное;

Таблица 4

ТАБЛИЦА ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ "В" И РАДИАЦИОННЫХ ТЕМПЕРАТУР (Rt)

Град. С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
15,0	72,22	72,32	72,42	75,52	72,62	72,72	72,83	73,03	73,03	73,13
16,0	73,23	73,33	73,43	73,54	73,64	73,74	73,84	73,94	74,05	74,15
17,0	74,25	74,35	74,45	74,56	74,66	74,76	74,86	74,96	75,07	75,17
18,0	75,27	75,37	75,48	75,58	75,69	75,79	75,89	76,00	76,10	76,21
19,0	76,31	76,42	76,52	76,63	76,73	76,84	76,95	77,05	77,16	77,26
20,0	77,37	77,48	77,58	77,69	77,79	77,90	78,01	78,11	78,22	78,32

21,0	78,43	78,54	78,64	78,75	78,86	78,96	79,07	79,18	79,29	79,39
22,0	79,50	79,61	79,72	79,82	79,93	80,04	80,15	80,26	80,36	80,47
23,0	80,58	80,69	80,80	80,91	81,02	81,13	81,24	81,35	81,46	81,57
24,0	81,58	81,79	81,90	82,01	81,12	82,23	82,35	82,46	82,57	82,68
25,0	82,79	82,90	83,01	83,12	83,23	83,34	83,46	83,57	83,68	83,79
26,0	83,90	84,01	84,13	84,24	84,35	84,46	84,58	84,69	84,80	84,92
27,0	85,03	85,14	85,26	85,37	85,49	85,60	85,71	85,83	85,94	85,06
28,0	86,17	86,28	86,40	86,51	86,63	86,74	86,86	86,97	87,09	87,20
29,0	87,32	87,44	87,55	87,67	87,79	87,90	88,02	88,14	88,26	88,37
30,0	88,49	88,61	88,72	88,84	88,96	89,07	89,19	89,31	89,43	89,54
31,0	89,66	89,78	89,90	90,01	90,13	90,25	90,37	90,49	90,60	90,72
32,0	90,84	90,96	91,08	91,20	91,32	91,44	91,56	91,68	91,80	91,92
33,0	92,04	92,16	92,28	92,40	92,52	92,64	92,77	92,89	93,01	93,13
34,0	93,25	93,37	93,49	93,62	92,74	93,86	93,98	94,10	94,23	94,35
35,0	94,47	94,59	94,72	94,84	94,96	95,08	95,21	95,33	95,45	95,58

г) определяем число С алгебраическим сложением величин А и В:

$$C = A + B.$$

Например: А = 6,1; В = 84,58; С = 6,1 + 84,58 = 90,68;

д) Rt определяется по числу С. Для этого в таблице 4 находят число, наиболее близкое по значению С, и по первому столбцу целые градусы, а в заглавии того столбца, где найдено число, находят десятые доли градусов, т.е. порядок, обратный определению В. Например: С = 90,68; наиболее близкое число в табл. 4 это 90,72, отсюда Rt = 31,9°.

После определения Rt определяется промежуточная величина (N). Для определения промежуточной величины (N) необходимо определить алгебраическую разницу между Rt и t_c:

$$\text{ДЕЛЬТА } t = Rt - t_c .$$

Например: Rt = 31,9; t_c = 23,3; ДЕЛЬТА t = 31,9 - 23,3; ДЕЛЬТА t = 8,6. На шкале IV номограммы находят точку, соответствующую ДЕЛЬТА t, а на шкале I - точку, соответствующую подвижности воздуха. Соединяют эти две точки прямой и в месте пересечения этой прямой со шкалой II определяют поправку на тепловую радиацию (дельта t), имеющую тот же знак, что и ДЕЛЬТА t.

Например: ДЕЛЬТА t = 8,6; V = 0,5 м/сек.; дельта t = +3,0.

Определяем величину N алгебраическим сложением по формуле:

$$N = t_c + (+/- \text{ дельта } t).$$

Например: t_c = 23,3; дельта t = +3,0; N = 23,3 + 3,0 = 26,3.

В заключение определяется результирующая температура (РТ).

На шкале II номограммы "Для определения расчетных параметров воздуха судовых помещений по заданным результирующим температурам (РТ)" находится точка, соответствующая величине температуры по сухому термометру (t_c), а на шкале IV - величине температуры по смоченному термометру ($t_м$). Соединяем эти точки t_c, $t_м$ и продолжаем прямую до ее пересечения со шкалой V, при этом величина искомой относительной влажности воздуха соответствует значению одной из горизонтальных линий, лежащей на точке пересечения прямой, проходящей через точки $t_{c +/- м}$, с вертикальной линией,

соответствующей температуре по сухому термометру. Затем точку, соответствующую найденному значению относительной влажности (на шкале V), соединяют с точкой, соответствующей значению промежуточной величины (N) на шкале II. В месте пересечения линии, соединяющей эти две точки со шкалой III, находят значение искомой величины результирующей температуры (РТ) на линии соответствующей подвижности воздуха.

Например: $t_c = 23,3$; $t_м = 16,2$; фи = 48%; N = 26,3;

V = 0,5 м/сек.; РТ = 21,8.

Найденную величину РТ сравнивают с нормой, приведенной в табл. 1 в графе соответствующего климатического района плавания и периода года.

2. Оценку микроклиматических условий по результирующим температурам возможно проводить и следующим способом.

В этом случае в качестве показателя средней радиационной температуры принимается температура ограждающих поверхностей - палубы, подволока, бортов и переборок. Таким образом, для оценки метеорологических условий в градусах РТ необходимо измерить:

- температуру воздуха помещения;
- относительную влажность воздуха;
- подвижность воздуха;
- температуру ограждающих поверхностей.

Для измерения метеорологических условий в помещении рекомендуется использовать: для измерения подвижности воздуха - термоанемометры ЭА-2М, ЭА-1М и др., для измерения относительной влажности и температуры воздуха - аспирационные психрометры Ассмана, для измерения температуры ограждающих поверхностей - поверхностные термопары или термощупы.

а) Измерение температуры и подвижности воздуха термоанемометром следует производить на высоте от палубы помещения 0,5 м; 1,2 м; 1,8 м;

- в помещениях, площадью до 10 кв. м - в 3 точках;
- -"- -"- от 10 до 30 кв. м - в 5 точках;
- -"- -"- от 30 до 70 кв. м - в 8 точках;
- -"- -"- более 70 кв. м - в 10 точках.

Точки замера выбираются в местах наиболее длительного пребывания людей.

Температура (средняя) и подвижность (средняя) воздуха определяется:

$$t_в = \frac{SUM\ t_i}{n}, °C; \quad V = \frac{SUM\ V_i}{n}, м/сек.,$$

где:

t_i и V_i - температура и подвижность в каждом замере;

n - количество точек замера.

б) Измерение относительной влажности воздуха производится в тех же точках, но только на высоте от пола 1,2 м.

Относительная влажность воздуха в помещении (средняя) определяется:

$$в = \frac{SUM\ фи_i}{n}, \%,$$

где:

$фи_i$ - относительная влажность в каждом замере;

n - количество точек замера.

в) Измерение температуры поверхностей палубы, подволока, бортов и переборок поверхностными термопарами или термощупами производится на каждой поверхности. Количество точек замеров принимается в зависимости от площади поверхности от 3 до 10. Количество точек замеров может быть увеличено в зависимости от характера поверхности и неравномерности распределения по ней температуры.

Точки замера выбираются приблизительно по диагонали прямоугольника на равном расстоянии.

После производства замеров определяется средняя температура каждой поверхности:

$$t_{пов} = \frac{SUM\ t_{i\ пов}}{n}, \ °C,$$

$t_{i\ пов}$ - температура поверхности в каждом замере;

n - количество точек на поверхности.

Затем определяется средняя температура ограждений:

$$t_{огр} = \frac{t'_{пов}\ F_1 + t''_{пов}\ F_2 + ... + t^n_{пов}\ F_n}{F_1 + F_2 + ... + F_n}, \ °C,$$

где:

$t'_{пов}$, $t''_{пов}$ ... $t^n_{пов}$ - средние температуры каждой поверхности (борта, переборки, подволока, палубы);

F_1; F_2 ... F_n - площадь каждой поверхности, кв. м.

г) Определяется разница между конвекционной и радиационной температурой (ДЕЛЬТА t):

$$ДЕЛЬТА\ t = t_в - t_{огр} \quad или \quad ДЕЛЬТА\ t = t_{огр} - t_в .$$

Первый случай - для холодного периода; второй - для теплого периода.

д) По номограмме определяется результирующая температура:

- на шкале IV находится точка, характеризующая величину ДЕЛЬТА t, а на шкале I - точка, характеризующая измеренную величину V;

- найденные точки соединяются прямой линией, которая отсечет на шкале II поправку на тепловую радиацию дельта t - величину, характеризующую влияние на микроклимат температуры ограждений. Затем получаем промежуточную величину N, равную $N = t_в$ + дельта t.

е) На шкале II откладываем точку N, а на шкале V точку на пересечении температуры $t_в$ и измеренной $фи_в$.

Соединяем прямой линией точки, найденные на шкале II и шкале V. Линия пересечет шкалу III и в точке пересечения с измеренной подвижностью V будет величина результирующей температуры.

Пример. В результате измерения в теплый период во II районе плавания и обработки измеренных величин получено:

$t_в$ = 24,6°; $фи_в$ = 57%; V = 0,15 м/сек.; $t_{огр}$ = 28 °C.

1) Определяем показатель ДЕЛЬТА t = 28 - 24,6 = 3,4°.

2) Соединяем прямой линией 3,4° на шкале IV с V = 0,15 м/сек. на шкале I и получаем на шкале II отрезок дельта t = 2°.

3) Определяем $N = t_в$ + дельта t = 24,6 + 2 = 26,6.

4) Находим точку N на шкале II, а на шкале V точку на пересечении температуры 24,5° и фи = 57%.

5) Соединяя прямой линией точки, найденные на шкале II и шкале V, получим на шкале III на пересечении с V = 0,15 м/сек. величину результирующей температуры 23,5 °РТ.

Величина 23,5 °РТ не находится в пределах нормируемых величин результирующих температур для данного климатического района.

II. Объемы подаваемого наружного воздуха

Для жилых и общественных помещений судов, оборудованных системами кондиционирования воздуха, количество подаваемого наружного воздуха должно быть при работе системы кондиционирования в режиме воздухоохлаждения не менее 20 куб. м/час. на 1 чел., в режиме воздухонагрева - не менее 25 куб. м/час. на 1 чел. Для круглогодичных систем кондиционирования воздуха - не менее 25 куб. м/час. на 1 чел.

III. Рециркуляция воздуха

Для систем кондиционирования воздуха с рециркуляцией процент использования рециркуляционного воздуха при работе системы кондиционирования в режиме воздухоохлаждения допускается не более 80%, в режиме воздухонагрева - не более 50% от потребного количества воздуха при обязательной подаче наружного воздуха в соответствии с п. II.