МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ГЛАВСЕЛЬСТРОЙПРОЕКТ
ГИПРОНИСЕЛЬХОЗ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ ЗДАНИЙ С НЕНОРМИРУЕМЫМИ ПАРАМЕТРАМИ МИКРОКЛИМАТА ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

МОСКВА - 1983

gost.e-ecolog.ru

Министерство сельского хозяйства СССР
Главсельстройпроект
Гипронисельхоз

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

по теплотехническому расчету зданий
с ненормируемыми параметрами микроклимата
для содержания крупного рогатого скота

У т в е р ж д е н ы
Главсельстройпроектом Минсельхоза СССР
10 июня 1983 г.

Москва - 1983

Рекомендации по теплотехническому расчету зданий с ненормируемыми параметрами микроклимата для содержания крупного рогатого скота. М., Гипронисельхоз, 1983.

Рекомендации содержат методику расчета теплоотдачи внутренних поверхностей ограждений, термического сопротивления стен и покрытий, тепловлажностного баланса неотапливаемого животноводческого помещения.

Рекомендации предназначены для научно-исследовательских и проектных организаций, занимающихся вопросами микроклимата в животноводческих помещениях.

Рекомендации разработали инженеры Антонов П.П. и Еремеев Г.Г. (Гипронисельхоз).

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие рекомендации распространяются на следующие категории зданий и помещений (в соответствии с табл.20 ОНТП I-77 "Общесоюзных норм технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота"):

- коровники и здания для молодняка молочных пород (в районах с расчетной зимней температурой выше -25°С) при беспривязном содержании на глубокой подстилке (п.3 табл.20);
- помещения для содержания мясных коров с телятами в возрасте от 20 дней до 2 месяцев при беспривязном содержании на глубокой подстилке (п.7 табл.20).

I.2. Теплотехническим расчетом определяют требуемые термические сопротивления наружных стен и покрытий из условия невыпадения конденсата на их внутренних поверхностях. В процессе выполнения расчета определяют также равновесную температуру и точку росы воздуха помещения, коэффициенты теплоотдачи внутренних поверхностей стен и покрытия, количество приточного воздуха.

I.3. Расчет требуемых термических сопротивлений стен и покрытий проводится в соответствии с п.2.2. СНиП-П-3-79 "Строительная теплотехника. Нормы проектирования" для температуры наиболее холодной пятидневки. При этом значение коэффициента теплоотдачи внутренней поверхности стен и покрытий определяют расчетом, а не по п.2.17 СНиП П-99-77 "Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и сооружения. Нормы проектирования".

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

2.I. Расчетная температура наружного воздуха $t_н$ °С принимается по табл.I СНиП П-А.6-72 "Строительная климатология и геофизика. Нормы проектирования" как температура наиболее холодной пятидневки в районе строительства (независимо от тепловой инерции наружных стен и покрытия помещения).

2.2. Расчетное влагосодержание наружного воздуха $d_н$ г/кг определяется с использованием таблиц I и 4 СНиП П-А.6-72. По табл.I определяется месяц с минимальной среднемесячной темпе-

ратурой, по табл.4 - средняя относительная влажность наружного воздуха $\varphi_н$ (в долях единицы), соответствующая такому месяцу. При этом

$$d_н = 622{,}1 \frac{\varphi_н \cdot 10^{в}}{P - \varphi_н \cdot 10^{в}}, \qquad (1)$$

где $в = (178{,}5+10{,}3 \cdot t_н) / (270{,}2 + t_н)$; (2)

P - барометрическое давление, которое рекомендуется принимать равным 745 мм рт.ст;

$10^{в}$ - парциальное давление насыщенного пара воды при отрицательной температуре, мм рт.ст.

Пример. Для г.Москвы наиболее холодным месяцем является январь, для которого $\varphi_н = 0{,}84$; расчетная температура наиболее холодной пятидневки для г.Москвы $t_н = -25^{\circ}C$.
При Р=745 мм рт.ст.:

$$в = (178{,}5+10{,}3 \cdot t_н)/(270+t_н) = (178{,}5-10{,}3 \cdot 25)/(270-25) = -0{,}322$$

$$10^{в} = 10^{-0{,}322} = 0{,}476 \text{ мм рт.ст.};$$

$$d_н = 622{,}1 \frac{0{,}84 \cdot 0{,}476}{745-0{,}84 \cdot 0{,}476} = 0{,}334 \text{ г/кг}.$$

2.3. При равновесной температуре воздуха помещения $t_в$ °С и термических сопротивлениях стен и покрытия, равных требуемым, температура внутренней поверхности стен

$$\tau_{в\,п}^{ст} = t_р {}^{\circ}C; \qquad (3)$$

температура внутренней поверхности покрытия

$$\tau_{в\,п}^{пок} = (0{,}2 \cdot t_в + 0{,}8\, t_р) {}^{\circ}C, \qquad (4)$$

где $t_р$ - температура точки росы воздуха помещения.

2.4. Температура точки росы воздуха помещения $t_р {}^{\circ}C$ определяется через $\varphi_в$ - относительную влажность воздуха помещения (в долях единицы) и температуру воздуха помещения $t_в$:

если $t_в \geqslant 0^{\circ}C$ и $\varphi_в \cdot 10^{A} \geqslant 4{,}579$ мм рт.ст., то

$$t_p = \frac{(\lg \varphi_в + A)\ 236 - 156}{8{,}12 - A - \lg \varphi_в}, \qquad (5)$$

где $A = (156 + 8{,}12 \cdot t_в)/(236 + t_в)$, (6)

10^A = парциальное давление насыщенного пара в мм рт.ст.при положительной температуре;

если $t_в \geq 0^oC$ и $\varphi_в \cdot 10^A < 4{,}579$ мм рт.ст., то

$$t_p = \frac{(\lg \varphi_в + A) \cdot 270{,}2 - 178{,}5}{10{,}3 - A - \lg \varphi_в}; \qquad (7)$$

если $t_в < 0^oC$, то

$$t_p = \frac{(\lg \varphi_в + B) \cdot 270{,}2 - 178{,}5}{10{,}3 - B - \lg \varphi_в}. \qquad (8)$$

В (5) и (7) значение А определяется по (6), в (8) значение В определяется по (2).

Пример. Температура воздуха помещения $t_в = 6^oC$, относительная влажность $\varphi_в = 0{,}8$.

$A = (156 + 8{,}12 \cdot t_в)/(236 + t_в) = (156 + 8{,}12 \cdot 6)/(236 + 6) = 0{,}846$

$\varphi_в \cdot 10^A = 0{,}8 \cdot 10^{0{,}846} = 0{,}8 \cdot 7{,}014 = 5{,}61 > 4{,}579$,

поэтому по (5):

$$\lg \varphi_в = \lg 0{,}8 = \lg 8 - 1 = 0{,}903 - 1 = -0{,}097$$

$$t_p = \frac{(\lg \varphi_в + A)236 - 156}{8{,}12 - A - \lg \varphi_в} = \frac{(-0{,}097 + 0{,}846) \cdot 236 - 156}{8{,}12 - 0{,}846 + 0{,}097} = \frac{20{,}76}{7{,}371} = 2{,}816^oC$$

При $\varphi_в = 0{,}8$ температура воздуха помещения равна 2^oC.

$A = (156 + 8{,}12 \cdot 2)/(236 + 2) = 172{,}24/238 = 0{,}7237$;

$\varphi_в \cdot 10^A = 0{,}8 \cdot 10^{0{,}7237} = 0{,}8 \cdot 5{,}293 = 4{,}234 < 4{,}579$,

поэтому по (7):

$$t_p = \frac{(-0{,}097 + 0{,}724) \cdot 270{,}2 - 178{,}5}{10{,}3 - 0{,}724 + 0{,}097} = \frac{169{,}4 - 178{,}5}{9{,}673} = -0{,}941\ ^oC$$

2.5. Прочие данные, необходимые для расчёта: группа животных, их вес, площади ограждений, смоченных и открытых водных поверхностей, системы удаления экскрементов, сопротивление тепло-

передаче пола, ворот, окон, ширина помещений и т.д. принимаются по проекту или по соответствующим нормативным документам.

3. КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛООТДАЧИ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОГРАЖДЕНИЙ И ТРЕБУЕМЫЕ ТЕРМИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ СТЕН И ПОКРЫТИЙ

3.1. Коэффициент теплоотдачи внутренних поверхностей ограждений является по определению коэффициентом пропорциональности, на который следует умножить разность температур воздуха помещения t в и внутренней поверхности ограждения τ в.п., чтобы вычислить стационарный поток тепла через ограждение:

$$q = \alpha_в (t_в - \tau_{в.п}) = \frac{t_в - t_н}{R_o} = \frac{\tau_{в.п} - t_н}{R + 1/\alpha_н}, \qquad (9)$$

где R_o – сопротивление теплопередаче ограждения в $м^2 \cdot ^oC/Вт$ ($м^2 \cdot ч \cdot ^oC/ккал$),

R – термическое сопротивление ограждения (той же размерности),

$\alpha_н, \alpha_в$ – коэффициенты теплоотдачи соответственно наружной и внутренней поверхностей ограждения в $Вт/м^2 \cdot ^oC$ ($ккал/м^2 \cdot ч \cdot ^oC$).

По СНиП II-3-79 $\alpha_н = 20$ ккал/м^2.ч.^{o}C, $1/\alpha_н = 0{,}05$ м^2.ч.^{o}C/ккал.

3.2. Определение коэффициентов теплоотдачи (с размерностью ккал/м^2.ч.^{o}C) производится по уравнениям:

для стен:

$$\alpha_в^{ст} = 1{,}43 \cdot \sqrt[3]{t_в - t_р} + 4{,}32 \frac{t_ж - t_р}{t_в - t_р} (0{,}81 + 0{,}005 (t_ж + t_р)) \cdot \frac{N F_ж}{F_{ст}} \cdot K_з^{ст} \cdot \Psi_{ст} \cdot K_п; \qquad (10)$$

для покрытия

$$\alpha_в^{пок} = 1{,}86 \sqrt[3]{0{,}8 (t_в - t_р)} + 3{,}2 \frac{t_ж - 0{,}2 t_в - 0{,}8 \cdot t_р}{0{,}8 \cdot (t_в - t_р)} (0{,}81 + 0{,}005 (t_ж + 0{,}2 t_в +$$

$+0{,}8\,t_{р})) \frac{N F_{ж}}{F_{пок}} K_{з}^{пок} \psi^{пок} K_{п}$, (II)

где $t_{ж}$ – температура поверхности тела животных, определяемая по формуле:

$$t_{ж} = 24{,}6 + 0{,}43\ t_{в}\ ; \qquad (I2)$$

$F_{ж}$ – поверхность в $м^2$ тела животного массой М/кг, определяемая по формуле:

$$F_{ж} = 0{,}I05 \sqrt[3]{м^2}\ ; \qquad (I3)$$

N – количество животных в помещении;

$F_{ст}$, $F_{пок}$ – площадь стен и покрытий, $м^2$;

$K_{з}^{ст}$, $K_{з}^{пок}$ – коэффициент затенения наружных стен и покрытий;

$\psi^{ст}$, $\psi^{пок}$ – коэффициенты облученности стен и покрытий;

$K_{п}$ – коэффициент поглощения.

Коэффициенты затенения $K^{от}_{з} = 0{,}75$, $K^{пок}_{з} = 0{,}7$. Коэффициент поглощения зависит от массы животных и относительной влажности воздуха помещения:

М < 80 кг	Кп = I,024–0,33 $\varphi_{в}$
80 кг ≤ М < I30 кг	Кп = I,0I2–0,28 $\varphi_{в}$
М ≥ I30 кг	Кп = I,0I2–0,22 $\varphi_{в}$

(I4)

Коэффициент облученности зависит от ширины помещения С:

С, м	$\psi_{пок}$	$\psi_{от}$
I8	0,36	0,I4
2I	0,37	0,I3
24	0,38	0,II
42	0,38	0,I0

(I5)

3.3. Из (9) термическое сопротивление стен должно быть не менее требуемого: $R^{тр}_{ст}$ $м^2 \cdot {}^{0}С/ккал$ ($м^2\ {}^{0}С/Вт$):

$$R^{тр}_{ст} = \frac{t_{р} - t_{н}}{\alpha_{в}^{ст}(t_{в} - t_{р})} - 0{,}05, \qquad (I6)$$

а термическое сопротивление покрытия – не менее требуемого $R^{тр}_{пок}$ $м^2 \cdot {}^{0}С/ккал$ ($м^2 \cdot {}^{0}С/Вт$):

$$R^{тр}_{пок} = \frac{0{,}2\,t_в + 0{,}8\,t_р - t_в}{0{,}8\,\alpha_в^{пок}\,(t_в - t_р)} - 0{,}05. \qquad (17)$$

Необходимо помнить, что в (16) и (17) $t_в$ - равновесная температура воздуха животноводческого помещения, которая неизвестна и подлежит определению из уравнения тепловлажностного баланса помещения.

4. ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫЙ БАЛАНС НЕОТАПЛИВАЕМОГО ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО ПОМЕЩЕНИЯ

4.1. Единственным источником тепла в неотапливаемом животноводческом помещении является тепло животных:

$$Q_ж^{св} = Q_{10}^{св} \cdot K_т^{св}, \qquad (18)$$

где $Q^{св}_{10}$ ккал/ч (Вт) - мощность свободных тепловыделений всех животных при $t_в$ = 10 °С;

$K^{св}_т$ - безразмерный коэффициент, учитывающий изменение свободных тепловыделений с температурой, определяемый по табл. 19 ОНТП 1-77.

4.2. Потери тепла образуются за счет тепла, расходуемого на подогрев приточного воздуха, на испарение влаги с открытой водной и смоченной поверхности, теплопотерь через наружные ограждения.

4.3. Количество приточного воздуха G кг/ч определяется из условия влажностного баланса помещения:

$$G = \frac{W_{10} \cdot K_в + (1 - \varphi_в)(W_{откр} + W_{см})}{d_в - d_п}, \qquad (19)$$

где W_{10} г/ч - количество влаги, выделяемой всеми животными при $t_в$ = 10 °С;

Кв - безразмерный коэффициент, учитывающий зависимость влаговыделений от температуры, определяется по табл. 19 ОНТП 1-77;

$W_{откр}, W_{см}$ г/ч - количество влаги, испаряющейся соответственно с открытой водной и смоченной поверхности при $\varphi_в$ = 0:

$$W_{откр} = F_{от} \cdot 10^{(2,127 + 0,0269\, t_в)}, \qquad (20)$$
$$W_{см} = F_{см}\,(30 + 2,2\, t_в), \qquad (21)$$

В (20) и (21) $F_{от}$ и $F_{см}$ – площадь в м^2 соответственно открытой водной и смоченной поверхностей в помещении.

В (19) $d_в$ и $d_н$ – влагосодержание в г/кг соответственно воздуха помещения и наружного воздуха; значение $d_н$ определено в п.2.2, значение

$$d_в = 622,1\ \frac{\varphi_в \cdot 10^L}{P - \varphi_в\, 10^L}, \qquad (22)$$

где при $t_в \geqslant 0$ °С L = А по (6), а при $t_в < 0$ °С L = В по (2), значение Р то же, что и в (1).

4.4. Количество тепла, расходуемого на подогрев приточного воздуха $Q_в$ ккал/ч (Вт), равно:

$$Q_в = 0,24\ G\,(t_в - t_н), \qquad (23)$$

где 0,24 ккал/кг °С(Дж/кг °С) – теплоемкость воздуха.

4.5. Теплопотери на испарение влаги $Q_н$ ккал/ч (Вт) равны:

$$Q_н = 0,6 \cdot (1 - \varphi_в)\,(W_{откр} + W_{см}), \qquad (24)$$

где 0,6 ккал/г·(Дж/г) – скрытая теплота испарения воды.

4.6. Теплопотери через наружные ограждения помещения $Q_{огр}$ ккал/ч (Вт) равны:

$$Q_{огр} = (t_в - t_н) \sum_i \frac{F_i}{R_{oi}}, \qquad (25)$$

где F_i, R_{oi} – площадь в м^2 и сопротивление теплопередаче в м^2 ч °С/ккал (м^2 °С/Вт) для i – ограждения(пол, окна, ворота, стены, покрытие).

4.7. В равновесном состоянии алгебраическая сумма мощностей теплопоступлений и теплопотерь ВАL ккал/ч (Вт)

$$ВАL = Q^{св}_{10}\ КТ^{ов}\,(t_в) - Q_н - Q_н - Q_{огр} \qquad (26)$$

равна нулю и образует уравнение тепловлажностного баланса, которое содержит одну неизвестную величину $t_в$.

5. РАСЧЕТ ТРЕБУЕМЫХ ТЕРМИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ СТЕНЫ И ПОКРЫТИЯ

5.I. Для определения значений требуемых термических сопротивлений стены и покрытия, исключающих конденсацию влаги на их внутренних поверхностях, уравнение (26) решается методом последовательных приближений при постоянном значении t в. Стартовое (начальное) значение $t_{в}^{ст}$ можно определить по уравнению:

$$t_{в}^{ст} = t_н + I0(0,89 + \varphi_в + 0,02\, t_н). \qquad (27)$$

5.2. В процессе поиска решения уравнения (26) значение термических сопротивлений для стены и покрытия, входящие в R_{oi} формулы (25), для каждого значения t в определяются по (I6) и (I7), а значения $\alpha_в^{ст}$ и $\alpha_в^{пок}$, входящие в (I6) и (I7), определяются по (I0) и (II).

При определении требуемых термических сопротивлений стены и покрытия уравнение (26) можно считать выполненным, если абсолютное значение BAL не превышает 500 ккал/ч и если в процессе поиска решения величина BAL изменяла свой знак таким образом, что большему значению t в соответствовало меньшее значение BAL.

5.3. Если в процессе поиска решения уравнения (26) значение BAL проходит максимум, оставаясь отрицательным, например:

$$t_{в_1} > t_{в_2} > t_{в_3} \qquad (28)$$

$$BAL(t_{в_1}) < BAL(t_{в_2}) > BAL(t_{в_3})$$

$$BAL(t_{в_1}) < 0;\ BAL(t_{в_2}) < 0;\ BAL(t_{в_3}) < 0,$$

то реализация помещения с нанормируемыми параметрами микроклимата без выпадения конденсата на внутренних поверхностях стен при выбранном значении φ в невозможна. Следует увеличить значение φ в и повторить расчет.

Если при $\varphi_в = 0,995$ в процессе расчета реализуются соотношения (28), то для исключения выпадения конденсата на внутренних поверхностях стен необходим подогрев приточного воздуха.

6. РАСЧЕТ ТРЕБУЕМОГО ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОКРЫТИЯ ПРИ ЗАДАННОМ ТЕРМИЧЕСКОМ СОПРОТИВЛЕНИИ СТЕНЫ

6.I. Если термическое сопротивление стены $R_{ст}$ задано и необходимо определить термическое сопротивление покрытия из условия невыпадения конденсата на внутренней поверхности стены, то сначала необходимо определить значения $\alpha_в^{ст}$ и $t_в$ из уравнения (9), которое для этого случая принимает вид:

$$\alpha_в^{ст}(t_в - t_р)\frac{t_р - t_н}{R_{ст} + 0{,}05} = 0, \qquad (29)$$

где $\alpha_в^{ст}$ вычисляются по (I0).

Уравнение (29) решается методом последовательных приближений при постоянном значении $\varphi_в$, стартовое (начальное) значение $t_в^{ст}$ можно при этом определить по уравнению:

$$t_в^{ст} = t_н + I0^{(0{,}89+\varphi_в + 0{,}02 t_н)} + 3. \qquad (30)$$

Уравнение (29) можно считать выполненным, если абсолютное значение его левой части, умноженное на площадь наружных стен в $м^2$, не превышает 500 ккал/ч.

6.2. После решения уравнения (29) определяется сопротивление теплопередаче стены:

$$R_o^{ст} = R_{от} + 0{,}05 + I/\alpha_в^{ст} \qquad (3I)$$

и для найденного значения $\varphi_в$ определяется по (26) значение BAL, при этом вычисление $Q_{огр}$ по (25) проводится без учета потерь тепла через покрытие (на этом этапе расчета принимается $F^{пок}=0$).

6.3. Если вычисленное $BAL > 0$, то требуемое сопротивление теплопередаче покрытия определяется по уравнению:

$$R_o^{пок} = \frac{(t_в - t_н)\cdot F^{пок}}{BAL}, \qquad (32)$$

а требуемое термическое сопротивление покрытия по уравнению:

$$R_{пок}^{тр} = R_o^{пок} - 0{,}05. \qquad (33)$$

Если вычисленное $BAL \leq 0$ или если $R_{пок}^{тр}$, определенное по (33), невозможно реализовать, то избежать в помещении с ненормируемыми параметрами микроклимата выпадения конденсата на внутренних поверхностях стен при выбранном значении $\varphi_в$ нельзя.

Следует увеличить значение $\varphi_в$ и повторить расчет.

Если при $\varphi_в = 0{,}995$ вычисленное указанным выше методом $BA\ell \leq 0$ или если $R^{тр}_{пок}$, определенное по (33), невозможно реализовать, то для исключения выпадения конденсата на внутренних поверхностях стен необходимо либо увеличить термическое сопротивление стены $R_{ст}$ (и для определения $R^{тр}_{пок}$ повторить расчет), либо перейти к подогреву приточного воздуха.

Приложение I.

Примеры расчета.

В помещении содержатся 200 коров с М=500 кг и уровнем лактации I0 л/сут; место строительства - г.Житомир ($t_н = -2I\ ^0C$, $\varphi_н = 0{,}86$). Ширина помещения I8 м, площади в $м^2$: пола - I360, окон - I00, ворот - 32,4, стен - 560, покрытия - I420, смоченной поверхности - 280, открытой водной поверхности - 4. Сопротивления теплопередаче в $м^2 \cdot ч \cdot ^0C/ккал$: пола - 6, окон - 0,37, ворот - 0,5.

а) Определить требуемые термические сопротивления для стены и покрытия.

Влагосодержание наружного воздуха по (2) и (I):

$B = (I78{,}5 - I0{,}3 \cdot 2I) : (270-2I) = -0{,}I5I8$

$I0^B = I0^{-0{,}I5I3} = 0{,}705$

$d_н = 622{,}I \cdot 0{,}86 \cdot 0{,}705 : (745 - 0{,}86 \cdot 0{,}705) = 0{,}507$ г/кг

Принимая значение $\varphi_в = 0{,}95$, определяем стартовое значение $t^{ст}_в$ по (27):

$$t^{ст}_в = I0^{(0{,}89 + \varphi_в + 0{,}02 t_н)} + t_н = I0^{(0{,}89+0{,}95-0{,}42)} - 2I =$$

$$= I0^{I{,}42} - 2I = 26{,}3 - 2I = 5{,}3\ ^0C.$$

По (6):

$A = (I56 + 8{,}I2 \cdot 5{,}3) : (236 + 5{,}3) = 0{,}8248$,

$\varphi_в \cdot I0^A = \varphi_в \cdot I0^{0{,}8248} = 0{,}95 \cdot 6{,}6804 = 6{,}346 > 4{,}579.$

По (5):

$p = (-0{,}0223+0{,}8248) \times 236 - I56) : (8{,}I2 - 0{,}8248 + 0{,}0223) = 4{,}563\ ^0C.$

Для определения коэффициентов теплоотдачи находим по (I2):

$t_ж = 24{,}6 + 0{,}43 \cdot 5{,}3 = 26{,}9\ ^0C$,

по (I5): $F_ж = 0{,}I05 \sqrt[3]{500^2} = 6{,}6I\ м^2$,

по (I4): $K_п = I{,}0I2 - 0{,}22 \times 0{,}95 = 0{,}8I3$,

по (I5): $\psi^{пок} = 0,36$, $\psi^{ст} = 0,I4$,

по (4): $\tau^{пок}_{в.п.} = 0,2 \times 5,3 + 0,8 \times 4,563 = 4,7I\ ^{o}C$.

Для стены:

$$N \cdot F_{ж} \cdot K_{з}^{ст} \cdot \psi^{ст} \cdot K_{п} / F^{ст} = 200x6,6Ix0,75x0,I4x0,8I3/560 = 0,20I5,$$

Для покрытия:

$$N \cdot F_{ж} \cdot K_{з}^{пок} \cdot \psi^{пок} \cdot K_{п} / F^{пок} = 200x6,6Ix0,7x0,36x0,8I3/I420 = 0,I907$$

По (I0):

$$\alpha_{в}^{ст} = I,43x/5,3-4,563/^{0,333} + 4,32 \times \frac{26,9 - 4,563}{5,3-4,563} x/0,8I +$$

$$+0,005/26,9+4,563/\ /x0,20I5 = I,847 + 20,320 = 22,I5.$$

По (II):

$$\alpha_{в}^{пок} = I,86x(0,8x(5,3-4,563))^{0,333} + 8,2\ \frac{26,9 - 4,7I}{0,8/5,3-4,563/} x$$

$$x/0,8I+0,005x/26,9+4,7I/\ /x0,I907=I,56+22,23 = 23,79.$$

По (9) для стены:

$$q^{ст} = 22,I5x/5,3-4,563/ = I6,32 \text{ ккал/м}^2\cdot\text{ч};$$

$$R_{о}^{ст} = \frac{t_{в} - t_{н}}{q^{ст}} = \frac{5,3 + 2I}{I6,32} = I,6I2 \text{ м}^2 \text{ ч } ^{o}C/\text{ккал}.$$

По (9) для покрытия:

$$q^{пок} = \alpha_{в}^{пок} \times 0,8\ (t_{в} - t_{р}/ = 23,79x0,8x/5,3 - 4,563/ =$$

$$= I4,03 \text{ ккал/м}^2\cdot\text{ч};$$

$$R_{о}^{пок} = \frac{t_{в} - t_{н}}{q^{пок}} = \frac{5,3 + 2I}{I4,03} = I,875 \text{ м}^2\cdot\text{ч}\cdot^{o}C/\text{ккал}.$$

Для проверки выполнения (26) вычисляем компоненты балансового уравнения.

По табл.I8 ОНТП I-77 с учетом примечания 5 к ней:

$$Q^{ов}_{I0} = 682 \times 200 \times /\frac{2}{3} + \frac{0,8}{3}/ = I27300 \text{ ккал/ч};$$

$$W_{I0} = 455x200 \times /\frac{2}{3} + \frac{0,8}{3}/ = 84933 \text{ г/ч}.$$

По табл.I9 ОНТП I-77:

$$K_{т}\ /5,3/ = I,I2 - 0,I2 \times 0,3/5 = I,I2 - 0,0072 = I,II3;$$

$K_в$/5,3/ = 0,86 + 0,I4 х 0,3/5 = 0,86 + 0,0084 = 0,868.

По (I8): $Q^{св}_{I0}$ х $K_т$ = I27300xI,II3 = I4I685 ккал/ч.

Для вычисления расхода воздуха по (2I) и (20):

$W_{ом} + W_{откр}$ = /30+2,2x5,3/x280+4xI0/2,I27+0,0269x5,3/ =
= II665 + 744 = I2409 г/ч.

По (22) при А = 0,8248:

$d_в$ = 622,Ix0,95xI0^{0,8248}:/745-0,95xI0^{0,8248}/ = 5,345 г/кг.

По (I9):

$$G = \frac{84933x0,868+/I-0,95/xI2409}{5,345 - 0,507} = I5366 \text{ кг/ч}.$$

По (23): $Q_в$ = 0,24xI5366x/5,3+2I/=96992 ккал/ч.

По (25), используя рассчитанные значения $R^{ст}_{о}$ и $R^{пок}_{о}$:

$Q_{огр}$ = /5,3+2I/x/I360:6+I00:0,37+32,4:0,5+560:I,6I2+I420:
:I,875/ = 44354 ккал/ч.

По (24): $Q_н$ = 0,6x/I-0,95/xI2409 = 372 ккал/ч.

По (26): BAL = I4I685 - 96992 - 44353 - 372 = -32 ккал/ч.

Абсолютное значение BAL менее 500 ккал/ч, балансовое уравнение решено: выполнение условия изменения знака BAL можно не проверять, так как оно обеспечено, если принимать стартовое значение $t_в$ по (27).

Требуемые сопротивления для стен по (I6):

$$R^{тр}_{от} = \frac{t_р - t_н}{\alpha^{ст}_{в} \cdot /t_в - t_р/} - 0,05 = \frac{4,563 + 2I}{22,I5/5,3-4,563/} - 0,05 =$$

= I,566 - 0,005 = I,5I6 м^2 ч ^{0}С,

для покрытия по (I7):

$$R^{тр}_{пок} = \frac{0,2 \text{ x } t_в + 0,8\, t_р - t_н}{0,8\, \alpha^{пок}_{в} \text{ x } /t_в - t_р/} - 0,05 = \frac{4,7I + 2I}{0,8x23,79x/5,3-4,563} -$$

- 0,05 = I,833 - 0,05 = I,783 м^2 ч ^{0}С/ккал.

б) Определить для тех же условий требуемое сопротивление теплопередаче покрытия, если термическое сопротивление стены равно I,44 м^2 ч.^{0}С/ккал.

При заданном термическом сопротивлении стены температура воздуха помещения определяется по (29):

$$\frac{t_р - t_н}{R_{ст} - 0{,}05} = \alpha_в^{ст}\left(t_в - t_р\right)$$

или

$$\frac{t_р + 21}{1{,}44+0{,}05} = 1{,}43\ /t_в - t_р/^{4/3} + 4{,}32/\,t_ж - t_р/x$$

$$x/0{,}81+0{,}005(t_ж + t_р)/\ x\ 0{,}2015\,. \qquad (29а)$$

Уравнение (29а) решается методом последовательных приближений. Так как заданное термическое сопротивление стены (1,44) меньше требуемого (1,516), то при $t_в$ = 5,3 °С температура внутренней поверхности стены будет ниже температуры точки росы, следовательно, корень уравнения (29а) больше 5,3 °С. Примем $t_в$ = = 8,1 °С по (12):

$t_ж$ = 24,6+0,43 · 8,1 = 28,08 °С.

По (6): A = /156+8,12 · 8,1/ : /236 + 8,1/ = 0,9085

По (5): $t_р = \dfrac{/-0{,}0223+0{,}9085/\ 236-156}{8{,}12-0{,}9085+0{,}0223}$ = 7,346 °С

Значение левой части (29а):

$$\frac{t_р - t_н}{R_{от}+0{,}05} = \frac{7{,}346 + 21}{1{,}44+0{,}05} = 19{,}024 \text{ ккал/м}^2\cdot\text{ч}.$$

Значение правой части (6а):

$1{,}43\cdot 0{,}754^{4/3} + 4{,}32\ /28{,}08-7{,}346/\ /0{,}81+0{,}005/\ 28{,}08 +$

$+7{,}346/\ /0{,}2015 = 0{,}686+17{,}816 = 18{,}502$ ккал/м^2·ч.

Погрешность в определении t в дает вклад в баланс тепла, равный:

$/19{,}024-18{,}502/F_{от} = 0{,}552\cdot 560 = 309$ ккал/ч,

и меньше 500 ккал/ч; считаем, что корень (29а) найден. Значение

$\alpha_в^{ст} = 19{,}024 : /t_в - t_р/ = 19{,}024/0{,}754 = 25{,}2$,

а сопротивление теплопередаче стены равно:

$R_о^{ст} = 1{,}44+0{,}05+1/25{,}23 = 1{,}53$ м^2·ч °С/ккал.

Определяем по (26) значение BA без учета теплопотерь через покрытие:

Кт /8,1/ = 1 + 0,12 /10-8,1/:5 = 1,0456.

Кв /8,1/ = 1-0,14 /10-8,1/: 5 = 0,9468.

$Q^{св}_{10}$ Кт /8,1/ = 127300 · 1,0456 = 133105 ккал/ч;

$W_{ст} + W_{откр}$ = /30+2,2·8,1/·280+4·$10^{/2,127+0,0269·8,1/}$ = = 14275 г/ч;

A = /156+8,12·8,1/:/236+8,1/ = 0,9085;

$Q_{в}$=622,1·0,95·$10^{0,9085}$:/745-0,95·$10^{0,9085}$/=6,493 г/кг

$$G = \frac{84833 \cdot 0,9468+/1-0,95/\ 14275}{6,493 - 0,507} = 13553 \text{ кг/ч};$$

$Q_{в}$ = 0,24·13553·/8,1+21/ = 94654 ккал/ч;

Q = 0,6 /1-0,95/·14275 = 428 ккал/ч.

Теплопотери через все наружные ограждения, за исключением покрытия:

$Q_{огр}$ = /8,1+21/·/1360:6+100:0,37+3264:0,5+560:1,53/=26998 ккал/ч.

По (26) значение BAL без потерь тепла через покрытие равно:

BAL + $F_{пок}$ /3,1+21/: $R^{пок}_{0}$ = 133105-94654-428-26998 = = 11025 кал/ч.

При температурно-влажностном равновесии BAL =0 и из уравнения (32) определяем требуемое сопротивление теплопередаче покрытия:

$R^{пок}_{0}$ = ((8,1+21)·1420))·11025 = 3,748 $м^2 \cdot ч \cdot {}^0С/ккал$.

Термическое сопротивление покрытия, начиная с 1,25, можно увеличивать с шагом 0,35. Принимаем термическое сопротивление покрытия равным:

$R^{пок}$ = 1,25 + 7 · 0,35 = 3,7 $м^2 \cdot ч \cdot {}^0С/ккал$.

Такое покрытие с учетом $1/\alpha_{н}$ = 1/20 = 0,05 обладает сопротивлением теплопередаче, превышающем требуемое.

Приложение 2. Программа расчета на ЭВМ.

2.1. Функциональное назначение.

Программа предназначена для теплотехнического расчета зданий с ненормируемыми параметрами микроклимата для содержания крупного рогатого скота.

Целью расчета является либо определение требуемых термических сопротивлений наружных стен и покрытия, либо определение требуемого сопротивления покрытия при заданном термическом сопротивлении стен. Одновременно рассчитываются и выводятся на пе-

чать показатели внешних климатических воздействий и основные показатели микроклимата помещения.

Программой предусмотрена остановка вычислений в случае достижения относительной влажностью воздуха помещения значения единицы (образования тумана).

Выполнение программы возможно на ЭВМ ЕС ОС.

2.2. Описание логики

Программа содержит одну подпрограмму - функцию с именем EVAP, пять подпрограмм-процедур с именами: *ALF, VENT, BALANS, RSNIP, MCLIM*, подпрограмму ввода исходных данных расчета с именем BLOCK DATA и главную программу с именем MAIN.

Подпрограммной функцией EVAP осуществляется вычисление давления (мм рт.ст.) насыщенного пара воды для температуры Z °С - единственного входного параметра подпрограммы; выходное значение - имя подпрограммы-функции.

Подпрограммой-процедурой ALF осуществляется вычисление коэффициента теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, если для последней неизвестно значение температуры. Входными параметрами процедуры являются:

ТВ - температура воздуха помещения, °С;

T - расчетная температура наиболее холодной пятидневки, °С;

R_I - сопротивление теплоотдаче ограждения за вычетом сопротивления теплопередаче внутреннего пограничного слоя, м^2·ч·°С/ккал.

$R_I = R + 1/\alpha_N = R + 0{,}05$,

где R - термическое сопротивление ограждения;

αн - коэффициент теплоотдачи для зимних условий наружной поверхности ограждения ($\alpha_N = 20$ ккал/м^2·ч·°С);

PS - произведение постоянных величин лучистой составляющей коэффициента теплоотдачи внутренней поверхности ограждения;

С - постоянный коэффициент в конвективной составляющей коэффициента теплоотдачи внутренней поверхности ограждений.

Выходными параметрами процедуры являются:

ALF_I - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, ккал/м^2·ч·°С;

TAU_I - температура внутренней поверхности ограждения, ^0C.

Подпрограммой-процедурой *VENT* для двух входных параметров *TB* и *T* (значения имен те же, что и в А) вычисляется 16 выходных параметров, размещенных в одномерном массиве с именем *S*; содержание выходных параметров приведено в табл.1.

Необходимые для расчета исходные данные передаются через именованные общие области памяти, описание которых приведено ниже.

Вычисления в процедуре не выполняются в двух случаях:

1) если относительная влажность воздуха помещения равна единице, т.е. если в воздухе помещения образуется туман;
2) если влагосодержание воздуха помещения меньше влагосодержания наружного воздуха.

Если значение логического параметра *RL = TRVE*, то значения коэффициентов теплоотдачи и температур внутренней поверхности ограждений вычисляются вызовом процедуры *ALF*; если же *RL = FALSE*, то значения температур внутренней поверхности ограждений вычисляются через *TB* и исходные данные, а значения коэффициентов теплоотдачи - непосредственно по уравнениям (10) и (11) раздела 3.

Подпрограммой-процедурой *BALANS* для двух входных параметров *TB* и *T* вычисляется алгебраическая сумма теплопоступлений и теплопотерь, размещаемая в выходном параметре с именем BAL, и 25 выходных параметров, размещенных в одномерном массиве с именем *Z*, из них первые 16 имеют то же содержание, что и 16 выходных параметров процедуры *VENT*, содержание выходных параметров приведено в табл.1.

Необходимые для расчета исходные данные передаются через именованные общие области памяти.

Подпрограммой-процедурой *RSNTP* для одного входного параметра *T* вычисляются требуемые значения сопротивления теплопередаче для стены и покрытия. Кроме того, вычисляются выходные значения *TB* - равновесной температуры воздуха помещения и 28 выходных параметров, размещенных в одномерном массиве с именем X, из них первые 25 имеют то же содержание, что и 25 выходных параметров процедуры *BALANS*; содержание массива X (28) выходных параметров приведено в табл.1.

Необходимые для расчета исходные данные передаются через именованные общие области памяти, в одной из которых размещены и выходные значения требуемых сопротивлений теплопередаче для стены и покрытия.

Процедура вырабатывает выходной логический параметр *RLG*, значение которого равно . *TRVE*., если удается определить требуемые значения сопротивления теплопередаче для стены и покрытия, или равно . *FALSE* ., если для заданных исходных данных не удается выполнить требования норм проектирования.

Подпрограммой-процедурой МС/ЕМ для двух входных параметров T и *VAR* осуществляется теплотехнический расчет здания с ненормируемыми параметрами микроклимата для содержания крупного рогатого скота и выход на печать результатов расчета.

Если значение логического примера *VAR* = .*TRVE* ., то рассчитываются требуемые значения сопротивления теплопередаче стены и покрытия; если *VAR* = .*FALSE* ., то для заданного термического сопротивления стены рассчитываются требуемые сопротивления температуре и термическое сопротивление покрытия.

Таблица I

Содержание выходных параметров процедур

Значения выходных параметров				Содержание параметра
I	2	3	4	5
Процедура	*VENT*	*BALANS*	*RSNIP*	
Массив	S (I6)	Z (25)	X (28)	
№ элемента массива:				
I	S (I)	Z (I)	X (I)	Влагосодержание наружного воздуха, г/кг
2	S (2)	Z (2)	X (2)	Влагосодержание воздуха помещения, г/кг
3	S (3)	Z (3)	X (3)	Коэффициент водяных паров
4	S (4)	Z (4)	X (4)	Влагопоступления животных, г/ч

Продолжение табл.I

I	2	3	4	5
5	S (5)	Z (5)	X (5)	Влагопоступления о мокрого пола, г/ч
6	S (6)	Z (6)	X (6)	Количество приточного воздуха, кг/ч
7	S (7)	Z (7)	X (7)	То же, $м^3/ч$
8	S (8)	Z (8)	X (8)	Воздухообмен, I/ч
9	S (9)	Z (9)	X (9)	Удельное количество приточного воздуха, $м^3/ч.Ц$
I0	S (I0)	Z (I0)	X(I0)	Температура точки росы воздуха помещения, ^0C
II	S (II)	Z (II)	X(II)	Температура внутренней поверхности стены, ^0C
I2	S (I2)	Z (I2)	X(I2)	Температура внутренней поверхности покрытия, ^0C
I3	S (I3)	Z (I3)	X(I3)	Расход тепла на подогрев приточного воздуха, ккал/ч
I4	S (I4)	Z (I4)	X(I4)	Расход тепла на испарение влаги с мокрого пола, ккал/ч
I5	S (I5)	Z (I5)	X(I5)	Коэффициент теплоотдачи поверхности стены, $ккал/м^2.ч.^0C$
I6	S (I6)	Z (I6)	X(I6)	То же, покрытия, $ккал/м^2.ч.^0C$
I7		Z (I7)	X(I7)	Коэффициент свободного тепла
I8		Z (I8)	X(I8)	Теплопоступления (свободные) от животных, ккал/ч

Продолжение табл.I

I	2	3	4	5
I9	-	Z (I9)	X(I9)	Теплопотери через пол, ккал/ч
20	-	Z (20)	X(20)	То же, через окна, ккал/ч
2I	-	Z (2I)	X(2I)	То же, через ворота, ккал/ч
22	-	Z (22)	X(22)	То же, через стены, ккал/ч
23	-	Z (23)	X(23)	То же, через покрытие, ккал/ч
24	-	Z (24)	X(24)	Суммарные теплопотери через наружные ограждения, ккал/ч
25	-	Z (25)	X(25)	Теплопотери с экскрементами, ккал/ч
26	-	-	X(26)	Термическое сопротивление стены, м^2.ч.^{0}С
27	-	-	X(27)	То же, покрытия, м^2.ч.^{0}С
28	-	-	X(28)	Ошибка балансового уравнения, ккал/ч

Подпрограммой BLOCK DATA присваиваются начальные значения исходным данным, размещенным в именованных общих областях памяти оператора COMMON.

В области с именем AN:

```
/AN/ CWA, CVA, NA(5), PA(5)
```

размещены следующие исходные данные

CWA - суммарное количество свободного тепла в ккал/ч, выделяемое всеми животными в помещении при I0 ^{0}С; определяется по таблице I8 ОНТП I-77 с учетом примечания 5 к ней;

CVA - суммарное количество водяных паров в г/ч, выделяемое всеми животными в помещении при 10^{0}С; определяется так же, как и CWA;

NA(5) - одномерный массив из 5 элементов, соответствующих различным группам животных, каждый из которых соответствует числу животных в помещении для данной группы;

PA(5) - то же, что и NA(5), но элемент соответствует весу животного данной группы.

В областях с именами F и R:

/F/F(5), /R/R(5)

размещены одномерные массивы площадей в $м^2$ и сопротивлений теплопередаче в $м^2 \cdot ч \cdot {}^{0}$С/ккал для наружных ограждений здания по индексам: 1 - пол, 2 - окна, 3 - ворота, 4 - стены, 5 - покрытие.

В области с именем RZ:

/RZ/R4, R5

размещены сопротивления теплопередаче в $м^2 \cdot ч \cdot {}^{0}$С/ккал стены (R4) и покрытия (R5) за вычетом сопротивления теплопередаче внутреннего пограничного слоя;

$$R(4) = R(4) - 1/\alpha_{в}^{ст} = R^{ст} + 1/\alpha_{н} = R^{ст} + 0,05;$$

$$R(5) = R(5) - 1/\alpha_{в}^{пок} = R^{пок} + 1/\alpha_{н} = R^{пок} + 0,05,$$

где $R_{ст}$ и $R_{пок}$ - термические сопротивления стены и покрытия в $м^2 \cdot ч \cdot {}^{0}$С/ккал.

В области с именем FII:

/FII/FII

размещено начальное значение относительной влажности воздуха помещения в долях единицы.

В области с именем FV:

/FV/FV(2)

размещен одномерный массив площадей в $м^2$ по индексам: 1 - смоченной, 2 - открытой водной.

В области с именем H:

/H/FIE, PBAR, VOL

размещены исходные данные:

FIE - относительная влажность наружного воздуха в долях единицы;

PBAR - барометрическое давление в мм рт.ст;

VOL - объем помещения в $м^3$.

В области с именем LOG :

/LOG/ FIL, RL

размещены логические параметры FIL и RL, вырабатываемые программой.

В области с именем PSI:

/PSI/ PSI4, PSI5

размещены безразмерные значения коэффициентов облученности стены (PSI4) и покрытия (PSI5).

В области с именем CWM:

/CWM/ CWM

размещено значение CWM - тепловыделений оборудования в ккал/ч; если имеются данные по тепловыделениям в ккал/ч глубокой подстилки или навоза, то эти данные включаются в CWM.

В области с именем EX:

/EX/ CEX, LEX

размещено значение численного параметра CEX - суммарного количества кала и мочи в кг/ч животных, находящихся в помещении, которое определяется с использованием таблицы I7 ОНТП I-77; значение логического параметра LEX; LEX = T/F., если экскременты сразу же удаляются в емкости, сообщающиеся только с наружным воздухом; LEX = FALSE. для всех иных вариантов навозоудаления. Начальные значения исходных данных расчета присваиваются соответствующим параметрам оператором. Дата - в соответствии с синтаксисом языка в подпрограмме BLOCK ДАТА.

Примечание. Исходные данные могут получать значения в главной программе арифметическими и логическими операторами присваивания, в этом случае подпрограмма BLOCK ДАТА может быть исключена.

Главная программа MAIN содержит описательные операторы (COMMON, LOCICAL), операторы присваивания начальных значений параметрам FII, T, VAR и исполняемые операторы. Приведенный текст исполняемых операторов предназначен для выполнения примеров, приведенных ниже. Для конкретных расчетов главная программа может иметь иные исполняемые операторы.

Главная программа и подпрограмма составлены на языке фортран.

Примеры расчета для исходных данных приложения I при *VAR*= = .*TRVE*. - расчет требуемых термических сопротивлений стены и покрытия, и при *VAR*= .*FALSE*. - расчет требуемого термического сопротивления покрытия при заданном термическом сопротивлении стены приведены в таблицах 2-3. В обоих случаях температура наружного воздуха (расчетная температура наиболее холодной пятидневки) принята -20°С. Во втором случае термическое сопротивление стены, равное I,I5 м²·ч·°С/ккал, предполагается заданным.

Таблица 2

Расчет требуемых термических сопротивлений стены и покрытий

№	Показатели		Значение показателей
I		2	3
I	Параметры наружного воздуха	Температура, °С	-20,0
		Относительная влажность	0,86
		Влагосодержание, г/кг	0,558
		Атмосферное давление, Па	99332,3
2	Влагопоступления, г/ч	От животных	63507
		С мокрого пола	850
		Всего	64357
3	Теплопоступления, Вт	От животных	I82915
		От оборудования	-
		Всего	I82915
4	Теплопотери, Вт	Через пол	5I24
		Через окна	6079
		Через ворота	I460
		Через стены	I4045
		Через покрытие	27998
	Всего через наружные ограждения		54706
		С экскрементами	-
		С воздухом вентиляции	I276I8
		На испарение с пола	59I
		Всего	I82915
5	Параметры воздуха помещения	Температура, °С	-0,62
		Относительная влажность	0,90

Продолжение табл.2

I		2	3
		Влагосодержание, г/кг	3,286
		Точка росы, ^{0}С	-I,89
6	Воздухообмен	Весовой, кг/ч	23594
		Объемный, м^{3}/ч	I8220
		Удельный объемный, м^{3}/ч·ц	I8
7	Объем помещения, м^{3}		4423
8	Кратность воздухообмена, I/ч		4,I
9	Температура внутренней поверхности, ^{0}С:	Стены	-I,89
		Покрытия	-I,64
I0	Коэффициент теплоотдачи, Вт/м^{2} ^{0}С:	Стены	I9,83
		Покрытия	I9,42
II	Сопротивление теплопередаче, м^{2}.^{0}С/Вт:	Стены	0,77
		Покрытия	0,98
I2	Термическое сопротивление, м^{2}.^{0}С/Вт:	Стены	0,68
		Покрытия	0,89
I3	Ошибка балансового уравнения, Вт		0,20
I4	Коэффициент свободного тепла		I,235
I5	Коэффициент водяных паров		0,748

Таблица 8

Расчет требуемого термического сопротивления покрытия при заданном термическом сопротивлении стены

№	Показатели		Значения показателей
I		2	3
I	Параметры наружного воздуха	Температура, °С	-20
		Относительная влажность	0,86
		Влагосодержание, г/кг	0,558
		Атмосферное давление, Па	99332,3
2	Влагопоступления, г/ч	От животных	74833
		С мокрого пола	I282
		Всего	76II4
3	Теплопоступления, Вт	От животных	I62700
		От оборудования	-
		Всего	I62700
4	Теплопотери, Вт	Через пол	6868
		Через окна	8I49
		Через ворота	I958
		Через стены	I32I6
		Через покрытие	I5428
	Всего через наружные ограждения		45620
		С экскрементами	
		С воздухом вентиляции	II6I95
		На испарение с пола	885
		Всего	I62700
5	Параметры воздуха помещения	Температура, °С	5,98
		Относительная влажность	0,90

Продолжение табл.3

I	2		3
		Влагосодержание, г/кг	5,308
		Точка росы, ^{0}С	4,47
6	Воздухообмен	Весовой, кг/ч	I6025
		Объемный, м^{3}/ч	I2675
		Удельный объемный, м^{3}/ч.ц	I3
7	Объем помещения, м^{3}		4423
8	Кратность воздухообмена, I/ч		2,9
9	Температура внутренней поверхности стены, ^{0}С		4,47
I0	Коэффициент теплоотдачи стены, Вт/м^{2}.^{0}С		I5,68
II	Сопротивление теплопередаче,	Стены	I,I0
	м^{2}.^{0}С/Вт:	Покрытия	2,39
I2	Термическое сопротивление,	Стены	0,99
	м^{2}.^{0}С/Вт:	Покрытия	2,34
I3	Ошибка балансового уравнения, Вт		-
I4	Коэффициент свободного тепла		I,099
I5	Коэффициент водяных паров		0,88I

Литература

СНиП П-А. 6-72 Строительная климатология и геофизика. Нормы проектирования. М., Стройиздат, 1973.

СНиП П-3-79 Строительная теплотехника. Нормы проектирования. М., Стройиздат, 1979.

СНиП П-99-77 Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и сооружения. Нормы проектирования. М., Стройиздат, 1977.

ОНТП 1-77 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота. М., 1977.

В.Н.Богословский. Тепловой режим здания. М., Стройиздат, 1979.

А.Г.Егиазаров. Общая теплотехника, теплоснабжение и вентиляция. М., Стройиздат, 1982.

ГОСТ 19.402-78 ЕСПД Описание программы.

Методические рекомендации по расчету и проектированию средств обеспечения микроклимата в комплексах по откорму крупного рогатого скота. М., Гипронисельхоз, 1977.

Содержание

I. Общие положения..... 3

2. Исходные данные..... 3

3. Коэффициенты теплоотдачи внутренних поверхностей ограждений и требуемые термические сопротивления стен и покрытий..... 6

4. Тепловлажностный баланс неотапливаемого животноводческого помещения..... 8

5. Расчет требуемых термических сопротивлений стены и покрытия..... I0

6. Расчет требуемого термического сопротивления покрытия при заданном термическом сопротивлении стены II

Приложения

I. Примеры расчета..... I2

2. Программа расчета на ЭВМ..... I6

Литература..... 28

Программа расчета на ЭВМ хранится в Гипронисельхозе. Запросы направлять по адресу: 121002, Москва, М.Могильцевский пер., 3.

© Гипронисельхоз, 1983.

Рекомендации подготовлены к изданию отделом научно-технической информации

Д-82387 Подписано в печать 18.10.83 Объем 2уч.-изд.л.
Тираж 1000 Заказ 1131 Цена 20 коп.

Типография МГПИИЯ им. М.Тореза
(Москва, Метростроевская ул., 38)

gost.e-ecolog.ru