

1. Климатология. Подбор климатических параметров

Вариант города принят по последней цифре зачетки плюс день рождения.

Задание №1. По указанному населенному пункту необходимо произвести подбор климатических параметров. Построить гистограммы по среднемесячным значениям температуры, упругости водяных паров, влажности воздуха; гистограмму солнечной радиации. Написать выводы.

Климатические данные для проектирования ограждающих конструкций в районе строительства – город Ключи, Камчатская область.

По СП 131.13330 табл.5. определяем значение параметров наружного воздуха по месяцам

Таблица 1.1 – средняя месячная температура наружного воздуха района строительства.

	Данные по месяцам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура °С	-16,2	-13,6	-8,7	-2,1	4,8	11,8	15,1	13,8	9,0	2,4	-6,6	-14,2

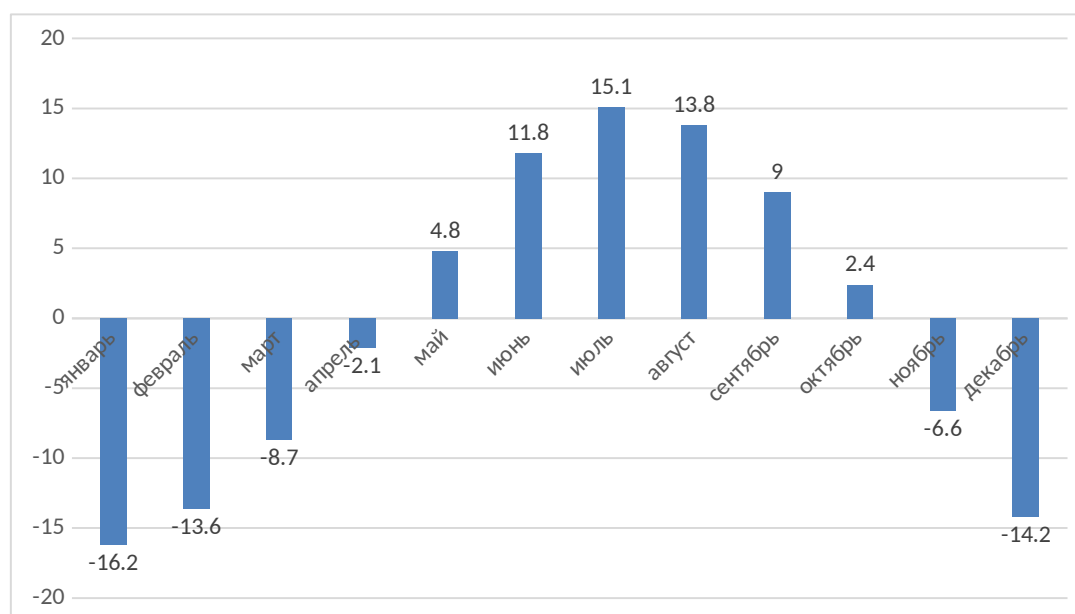


Рисунок 1.1 – График распределения среднемесячных температур

Климатические характеристики для заданного города Ключи:

- Наиболее низкая температура воздуха в январе: -16,2°С;
- Наиболее высокая температура воздуха в июле: 15,1°С;
- Продолжительность летнего периода: 4 месяца ($t^{\circ}\text{C} > +5$);

- Продолжительность зимнего периода: 5 месяцев ($t^{\circ}\text{C} < -5$);
- Продолжительность осенне-весеннего периода: 3 мес. ($t^{\circ}\text{C}$ от $-5..+5$);
- Продолжительность отопительного периода: 251 день;
- Средняя температура отопительного периода: $-6,6^{\circ}\text{C}$;

Таблица 1.1 – порционное давление водяного пара относительная влажность воздуха по месяцам.

	Данные по месяцам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Порционное давление водяного пара e , гПа	2,0	2,0	2,4	3,6	5,6	8,7	12,5	12,5	8,8	4,9	2,9	2,1
Порционное давление насыщенного пара E , гПа	148	188	291	513	860	1384	1705	1577	1148	727	351	179
Относительная влажность φ , %	100	100	82,5	70,1	65,1	62,9	73,3	79,3	76,6	67,4	82,6	100

Относительная влажность определяется по формуле: $\varphi = \left(\frac{e}{E}\right) * 100\%$

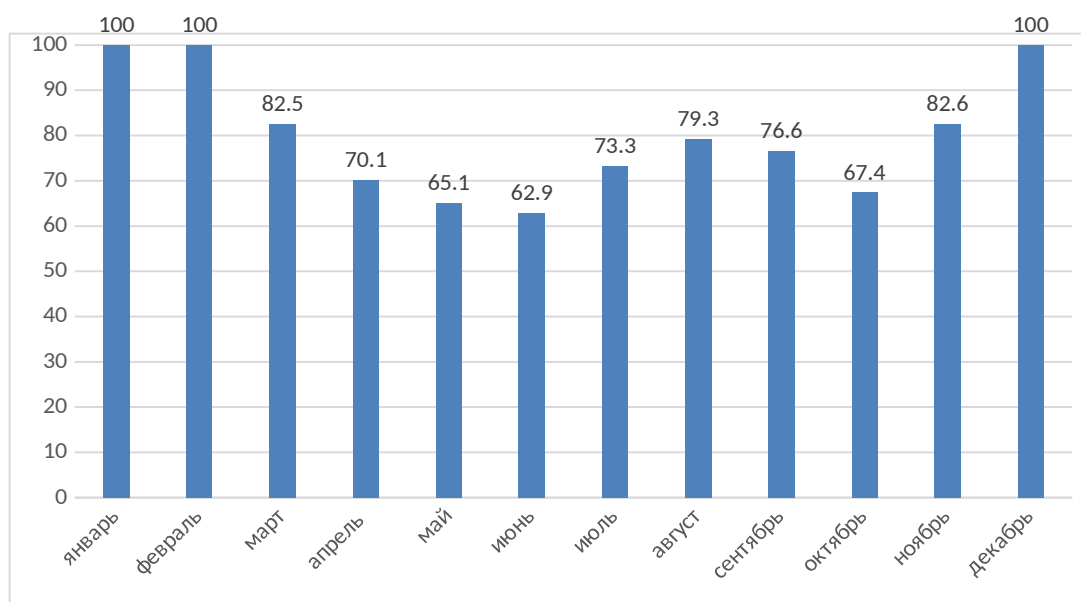


Рисунок 1.2. – Распределение значений относительной влажности по месяцам

Анализируя график, делаем выводы:

Наиболее сухой месяц: июнь, $\varphi = 62,9\%$

Наиболее влажные месяца: январь, февраль, декабрь $\varphi > 100\%$.

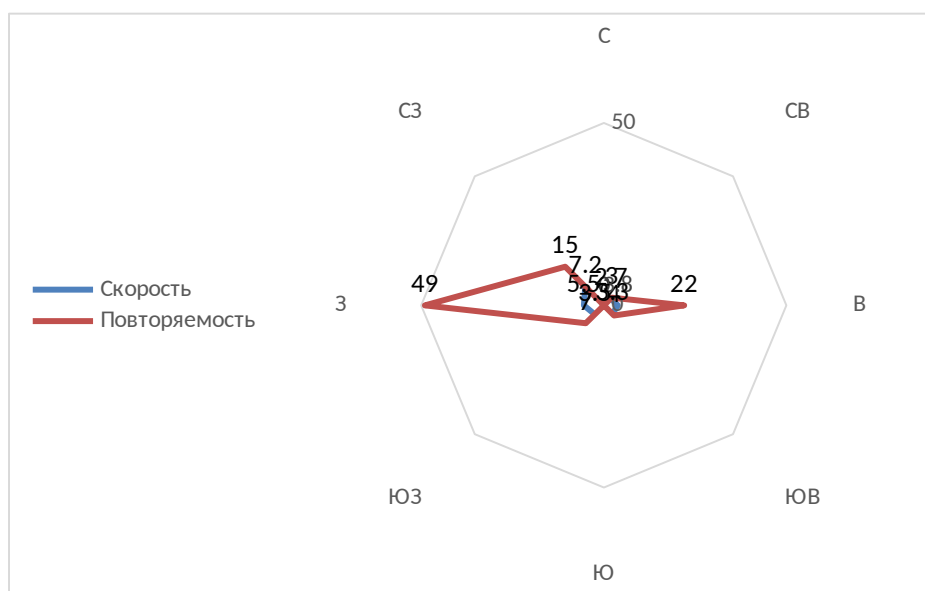
По СНиП 2.01.01-82 определяем значение скорости и направление ветра для двух месяцев – января и июля.

Таблица 1.3 – Скорость и повторяемость ветра

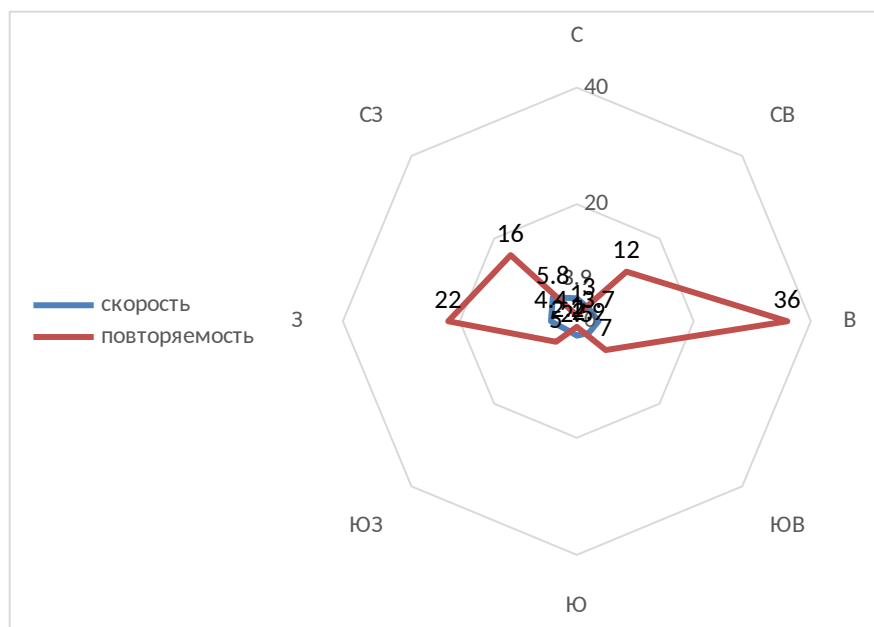
Месяц		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Январь	Скорость, v, v/c	-	2,7	3,8	3,3	-	3,5	5,5	7,2	21
	Повторяемость, %	0	3	22	4	0	7	49	15	
Июль	Скорость, v, v/c	3,9	3	3,7	2,9	2,5	2,2	4,4	5,8	15
	Повторяемость, %	1	12	36	7	1	5	22	16	

Распределение значений скорости и направление ветра представим в виде розы ветров.

Январь



Июль



Анализируя таблицу и графики делаем выводы:

Наибольшая скорость ветра: 22 м/с с СВ;

Наименьшая скорость ветра: 0 м/с с Ю;

Наибольшая скорость ветра: 36 м/с с В;

Наименьшая скорость ветра: 1 м/с с С и Ю.

Таблица 1.4 - Значение солнечной радиации

	Данные по месяцам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Горизонтальная поверхность	31	61	130	181	23	243	243	193	13	74	35	23
Ю	118	147	187	177	15	130	139	153	16	16	139	111
ЮВ/ЮЗ	87	109	154	164	16	153	151	158	15	13	96	68
В/З	29	52	91	133	14	150	150	129	10	66	39	26
СВ/СЗ	-	-	36	66	91	104	97	73	51	26	-	-
С	-	-	-	30	51	62	60	35	-	-	-	-

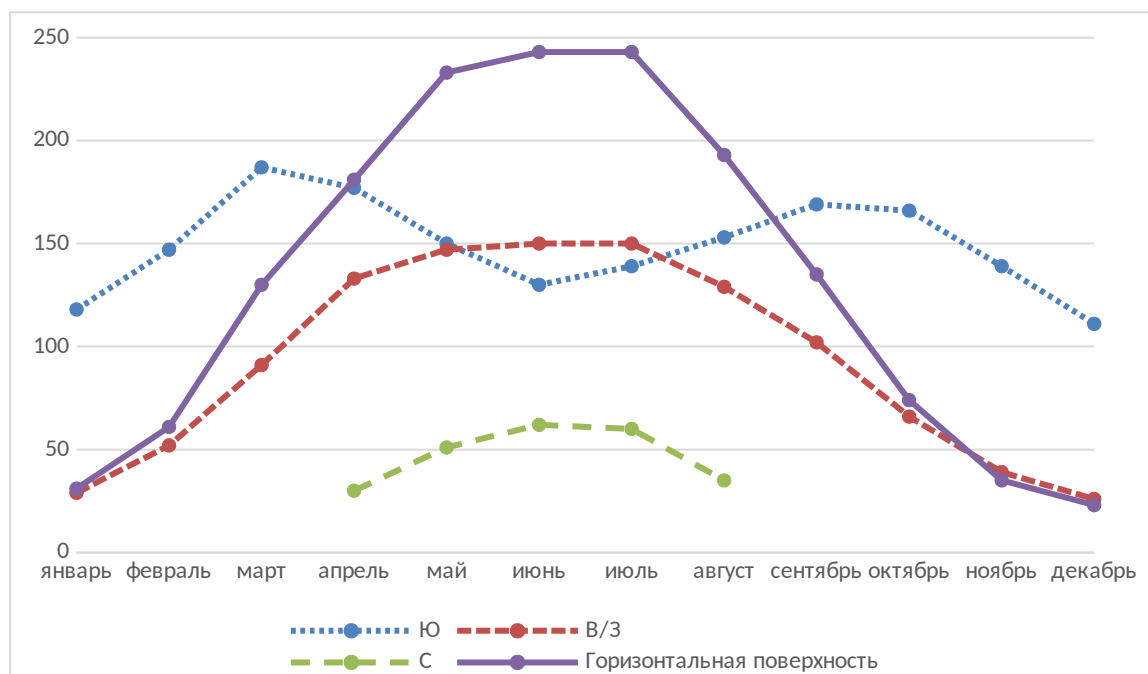


Рисунок 1.4. Значение солнечной радиации на горизонтальную и вертикальную поверхность

Анализирую график, рисунок 1.4 и таблицу 1.4. делаем выводы:

Наибольшее поступление солнечной радиации на горизонтально ориентированную поверхность наблюдается, в июне и июле – 243 МДж/м²;

Наименьшее поступление солнечной радиации горизонтально ориентированную поверхность наблюдается, а декабре - 23 МДж/м²;

Наибольшее поступление солнечной радиации на вертикально ориентированную поверхность наблюдается на юге в марте 187 МДж/м²;

Наименьшее поступление солнечной радиации на вертикально ориентированную поверхность наблюдается на В/З в декабре и СВ/СЗ – в октябре 26 МДж/м²;

2. Теплотехника.

Задание №2. Для указанной схемы наружного стенового ограждения произвести подбор толщины утеплителя. Выполнить проверку на соответствие запроектированного стенового ограждения энергосберегающим и санитарно-гигиеническим требованиям. В случае корректных выводов произвести для данного стенового ограждения расчеты на воздухо- и паропроницаемость.

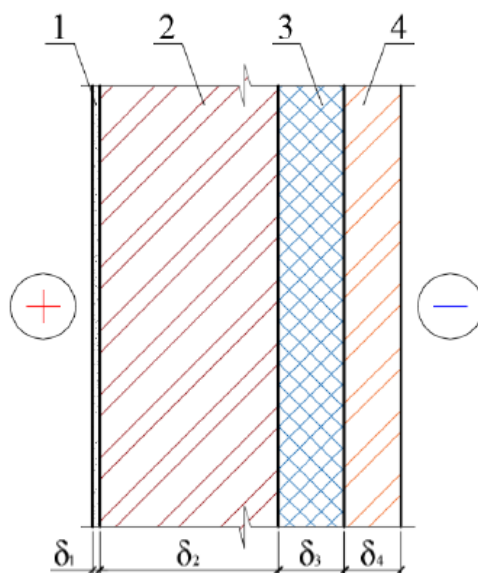


Рисунок 2.1. Тепловое решение стены

№	Материал	ρ , кг/м ³	δ , м	λ , Вт/м ^{°С}
1	Раствор сложный	1700	0,02	0,7
2	Блоки из газо-, пенобетона на цементном вяжущем	600	0,18	0,22
3	Плиты из экструдированного пенополистирол	35-45	X	0,031
4	Кладка из керамического кирпича пустотелого на цементно-песчаном растворе	1400	0,25	0,52

2.1. Теплотехнический расчет стены

По СП 50.13330.2012 определяем зону влажности (Приложение В – сухая) и по табл. 1 и 2 определяем влажностный режим помещений. Влажностный режим помещений – нормальный.

Вычисляем градусо-сутки отопительного периода D_d (°C* сут.), исходя из условий энергосбережения

$$D_d = (t_B - t_{OT}) * Z_{OT}$$

где $t_B = 21^\circ\text{C}$ – расчетная температура внутреннего воздуха здания, $t_{OT} = -6,6^\circ\text{C}$ – температура наружного воздуха, $Z_{OT} = 251$ сут. – продолжительность отопительного периода.

$$D_d = (21 + 6,6) * 251 = 6676,6 \text{ }^\circ\text{C} * \text{сут.}$$

Определяем по СНиП 23-02-2003 базовые значения требуемого сопротивления R_O^{TP} (R_{reg}).

D_d	R_O^{TP}
6000	3,5
6927,	х
6	
8000	4,2

$$R_O^{TP} = 3,5 + \frac{(4,2 - 3,5) * (6689,3 - 6000)}{8000 - 6000} = 3,741 \text{ (м}^2 * \text{°C) / Вт;}$$

Рабочее фактическое сопротивление теплоотдаче стены:

$$R_O^{ysl} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_H}$$

α_B - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения для внутренних стен = 8,7 Вт/(м²*°C) (СП 50.13330.2012 табл. 4);

α_H - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения для наружных стен = 23 Вт/(м²*°C) (СП 50.13330.2012 табл. 6);

Принимаем $R_O^{TP} = R_O^{ysl} = 3,741 \text{ (м}^2 * \text{°C) / Вт}$

Рассчитываем толщину искомого слоя $\delta_{y_{men}}$:

$$\begin{aligned} \delta_{y_{men}} &= \lambda_{y_{men}} \left[R_O^{TP} - \frac{1}{\alpha_H} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} \right] = \\ &= 0,031 \left[3,741 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,18}{0,22} + \frac{0,25}{0,52} \right) \right] = \\ &= 0,031 \left[3,741 - (0,115 + 0,043 + 0,028 + 0,818 + 0,481) \right] = \\ &= 0,0698 \text{ м.} \end{aligned}$$

Принимаем толщину теплоизоляционного материала – 70 мм.

Толщина стены:

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 = 0,02 + 0,18 + 0,07 + 0,25 = 0,52 \text{ м.}$$

Проверка:

$$R_o^{ycl} = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,18}{0,22} + \frac{0,07}{0,031} + \frac{0,25}{0,52} = 3,743 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_o^{ycl} \geq R_o^{TP} \Rightarrow 3,743 > 3,741 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

Условие выполняется.

$$\Delta t^H = 4^\circ\text{C} \text{ (СНиП 50.13330.2012 таб. 5);}$$

Проверяем условие: $\Delta t^H \geq \Delta t^P$

$$\Delta t^P = \frac{t_B - t_H}{R_o^{ycl} * a_B} = \frac{21 - (-33)}{3,741 * 8,7} = \frac{20 + 33}{32,546} = 1,63 \text{ °C};$$

$$\Delta t^H = 4; \Delta t^P = 1,63 \Rightarrow \Delta t^H \geq \Delta t^P \Rightarrow \text{Условие выполняется}$$

2.2. Санитарно-гигиенические требования

Проверяем условие: $\tau_e \geq t_d$

$$\tau_e = 21 - \frac{1 * (21 + 33)}{3,741 * 8,7} = 19,34^\circ\text{C}$$

По СП 23.101.2004 (приложение Р) для температуры внутреннего воздуха $t_B = 21^\circ\text{C}$ и относительной влажности 55% температура точки росы $t_d = 11,62$.

$\tau_e = 19,34 \geq t_d = 11,62 \Rightarrow$ Условие выполняется.

$$\text{Находим по формуле: } \tau_e = t_{\text{вн}} - \frac{n * (t_e - t_H)}{\alpha_e * R_o};$$

$$\tau_e = 21 - \frac{1 * (-29,4 + 51)}{8,7 * 4,77} = 20,48;$$

$$\Delta t^P = \frac{t_B - t_{OT}}{R_o^{ycl} * a_B} = \frac{20 - (-33)}{3,737 * 8,7} = \frac{20 + 33}{32,5119} = 1,63 \text{ °C};$$

$$\Delta t^H \geq \Delta t^P \Rightarrow 4 \geq 1,63 \text{ °C};$$

Условие выполняется.

2.3 Расчет воздухопроницаемости ограждающих конструкций и помещений:

$$R_{inf}^{reg} \leq R_{inf}$$

Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, зданий и сооружений (R_{inf}^{reg}) ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$) должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию, определяется по формуле:

$$R_O^{TP} = \frac{\Delta P}{G_n};$$

где ΔP - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па; $G_n = 0,5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ – нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций (СНиП 23-02-2003 таб.11).

$$\Delta P = 0,55 \cdot H \cdot (y_{ext} - y_{int}) + 0,03 y_{ext} \cdot v^2,$$

где $v = 3,9 \text{ м}/\text{с}$ – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, принимаем по СП 131.13330.2012 табл. 3.1 колонка 19, $H = 31,7 \text{ м}$ – высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты); $y_{ext} - y_{int}$ – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, $\text{Н}/\text{м}^3$, определяется по формуле:

$$y = \frac{3463}{273+t}$$

где t – температура воздуха: внутреннего для определения y_{int} , наружного для определения y_{ext} , принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330.2012

$$y_{ext} = \frac{3463}{273+(-33)} = 14,42 \text{ Н}/\text{м}^2;$$

$$y_{int} = \frac{3463}{273+20} = 11,82 \text{ Н}/\text{м}^2.$$

$$\begin{aligned} \Delta P &= 0,55 \cdot 31,7 \cdot (14,42 - 11,82) + 0,03 \cdot 14,42 \cdot 3,9^2 = \\ &= 1,43 + 0,03 \cdot 14,42 \cdot 15,21 = 51,91 \text{ Па} \end{aligned}$$

$$R_{inf}^{reg} = \frac{\Delta P}{G_n} = \frac{51,91}{0,5} = 103,82 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{кг}$$

Сопротивление воздухопроницанию многослойной ограждающей конструкции R_{inf}^{\square} ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/кг, следует определять по формуле:

$$R_{inf}^{\square} = R_{inf1}^{\square} + R_{inf2}^{\square} + R_{inf3}^{\square} + R_{inf4}^{\square}$$

где $R_{inf1}^{\square}; R_{inf2}^{\square}; R_{inf3}^{\square}; R_{inf4}^{\square}$ - сопротивление воздухопроницанию отдельных слоев ограждающих конструкций ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/кг, принимаемые по таб. 17 СНиП 23-101-2004.

$R_{inf1} = 189,3$ ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/кг) сопротивление воздухопроницанию штукатурки известковой по каменной или кирпичной кладке толщиной 20 мм;

$R_{inf2} = 352,8$ ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/кг) сопротивление воздухопроницанию блоков из неавтоклавного пенобетона толщиной 180 мм;

$R_{inf3} = 55,3$ ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/кг) сопротивление воздухопроницанию пенополистирола толщиной 120 мм;

$R_{inf4} = 8,125$ ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$)/кг) сопротивление воздухопроницанию кладки из легкого бетона на цементно-шлаковом растворе 250 мм.

$$R_{inf}^{\square} = R_{inf1}^{\square} + R_{inf2}^{\square} + R_{inf3}^{\square} + R_{inf4}^{\square} =$$

$$= 189,3 + 352,8 + 55,3 + 8,125 = 605,5 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}/\text{кг}$$

$$R_{inf}^{req} \leq R_{inf} = 103,82 \leq 605,5$$

Условие выполняется

2.4 Расчет сопротивления паропрооницанию.

№	Материал	ρ , кг/ м^3	δ , м	λ , Вт/ $\text{м} \cdot \text{°C}$	R , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$	μ , $\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$	R_{vp}^e $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{Вт}$
1	Раствор сложный	1700	0,02	0,7	0,03	0,098	0,20
2	Блоки из газо-, пенобетона на цементном вяжущем	600	0,18	0,22	0,82	0,17	1,06
3	Плиты из экструдированного пенополистирола бетона	40	0,07	0,031	2,26	0,005	14,0
4	Кладка из керамического кирпича пустотелого на цементно-песчаном растворе	1400	0,25	0,52	0,48	0,16	1,56

Сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции:

$$R_O^{TP} = 3,737 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)}/\text{Вт};$$

$$R_K = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} =$$

$$= \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,18}{0,22} + \frac{0,07}{0,031} + \frac{0,25}{0,52} = 0,03 + 0,82 + 2,26 + 0,48 = 3,59;$$

$$R_o^{TP} = 3,737 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$\Sigma R = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} = 0,03 + 0,82 + 2,26 = 3,11$$

Согласно СП 50.13330.2012 плоскость возможной конденсации в многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

Сопротивление паропроницанию (R_n (м²*ч*Па/мг)) ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно быть не менее нормируемых сопротивлений паропроницаемости, определяемых по формулам:

$$R_n^{mp1} = \frac{(e_{вн} - E) * R_{vp}^e}{E - e_{нар}};$$

$$R_n^{mp2} = \frac{0,0024 * z_o * (e_{вн} - E_o)}{\rho_o * \delta_w * \Delta_{av} + \eta}, \text{ где}$$

R_{vp}^e - сопротивление паропроницанию, части ограждающей конструкции между наружной поверхностью и плоскостью возможной конденсации;

$$R_{vp}^e = \frac{\delta}{\mu} = \frac{0,25}{0,16} = 1,56 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/Вт};$$

$e_{вн}$ - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетной температуре и относительной влажности этого воздуха, определяется по формуле:

$$e_{вн} = \frac{\varphi_{в} * E_B}{100}, \text{ где}$$

E_B - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре внутреннего воздуха помещения, принимаемое по приложению С в СП 23-101-2004.

$$e_{вн} = \frac{\varphi_{в} * E_B}{100} = \frac{55 * 2338}{100} = 1285,9 \text{ Па};$$

e_n - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха за годовой период:

$$e_n = \frac{6800}{12} = 570 \text{ Па}$$

Δw -предельно допустимое приращение влажности в материале увлажняемого слоя, % по массе, за период влагонакопления z_0 , принимаемое по СП 50.13330.2012 табл. 10.

E - парциальное давление водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации, определяемое по формуле:

$$E = \frac{E_1 * z_1 + E_2 * z_2 + E_3 * z_3}{12}, \text{ где}$$

E_1, E_2, E_3 – парциальные давления водяного пара, Па, принимаемое по температуре (t_i), в плоскости возможной конденсации, определяемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов;

z_1, z_2, z_3 – продолжительность, мес, соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, определяется с учётом следующих условий:

- а) к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от -5°C ;
- б) к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от -5 до $+5^\circ\text{C}$;
- в) к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше $+5^\circ\text{C}$.

С помощью материала и сведений из задачи №1 определяем:

z_1 (зимние месяцы) – 5 мес;

z_2 (весенне-осенние месяцы) – 3 мес;

z_3 (летние месяцы) – 4 мес;

Значения температур в плоскости возможной конденсации (τ_i), соответствующие этим периодам, определяются по формуле:

$$\tau_i = t_{i-i_i}$$

t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$, принимается для жилого здания = $+21^\circ\text{C}$;

t_i – расчетная температура наружного воздуха i -ого периода, $^\circ\text{C}$, принимаемая равной средней температуре соответствующего периода.

$$t_i \text{ зима} = \frac{-16,2+(-13,6)+(-8,7)+(-6,6)+(-14,2)}{5} = -11,86^\circ\text{C};$$

$$\tau_{i1} = 21 - \left[\frac{21 - (-11,86) * \left(\frac{1}{8,7} + 3,11 \right)}{3,737} \right] = -7,3^\circ\text{C};$$

$$E_1 = 329 \text{ Па.}$$

$$t_i \text{ весна-осень} = \frac{-2,1+4,8+2,4}{3} = 1,7^\circ\text{C};$$

$$\tau_{i2} = 21 - \left[\frac{(21 - 1,7) * \left(\frac{1}{8,7} + 3,11 \right)}{3,737} \right] = 4,3^\circ\text{C};$$

$$E_2 = 831 \text{ Па.}$$

$$t_i \text{ лето} = \frac{11,8+15,1+13,8+9,0}{4} = 12,425^\circ\text{C};$$

$$\tau_{i3} = 21 - \left[\frac{(21 - 12,425) * \left(\frac{1}{8,7} + 3,11 \right)}{3,737} \right] = 13,5^\circ\text{C};$$

$$E_3 = 1547 \text{ Па.}$$

$$E = \frac{E_1 * z_1 + E_2 * z_2 + E_3 * z_3}{12} = \frac{329 * 5 + 831 * 3 + 1547 * 4}{12} = 860,5 \text{ Па};$$

Определяем требуемое сопротивление паропроницанию из условия ограничения влаги за период эксплуатации:

$$R_n^{mp1} = \frac{(1285,9 - 860,5) * 1,56}{860,5 - 570} = 2,28 \text{ м}^2 * \text{ч} * \text{Па} / \text{мг};$$

Для расчета нормируемого сопротивления паропроницанию из условия ограничения влаги за период эксплуатации с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха берут определенную ранее продолжительность этого периода $z_0 = 6 \text{ мес} = 180 \text{ сут}$;

$$\tau_0 = 21 - \left[\frac{21 - (-10,23) * \left(\frac{1}{8,7} + 3,11 \right)}{3,737} \right] = -5,95^\circ\text{C};$$

Парциальное давление водяного пара (E_0), Па, в плоскости возможной конденсации определяют по приложению С в СП 12-101-2004, при $\tau_0 = -5,95^\circ\text{C}$ равным $E_0 = 408 \text{ Па}$;

Среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха e_{ext} , Па, за годовой период определяем по формуле:

$$e_{ext} = \frac{\sum e}{12};$$

$$e_{ext} = \frac{2,0+2,0+2,4+3,6+5,6+8,7+12,5+12,5+8,8+4,9+2,9+2,1}{12} = 5,36$$

$$e_{ext} = 5,36 * 100 = 536 \text{ Па}$$

$$\Delta w = 25\%;$$

Коэффициент η определяется по формуле:

$$\eta = \frac{0,0024 * (E_o - \sum e_{ext1}) * z_o}{R_n^{mp1}}, \text{ где}$$

$\sum e_{ext1}$ – сумма средних парциальных давлений водяного пара наружного воздуха, Па, периода с отрицательными среднемесячными температурами

$$\sum e_{ext1} = (2,0+2,0+2,4+3,6+2,9+2,1)/6 = 2,5 * 100 = 250 \text{ Па}$$

$$\eta = \frac{0,0024 * (E_o - \sum e_{ext}) * z_o}{R_n^e} = \frac{0,0024 * (408 - 250) * 180}{1,56} = 43,7$$

$$R_n^{mp2} = \frac{0,0024 * 180 * (1285,9 - 408)}{40 * 0,07 * 25 + 43,7} = 3,335 \text{ Па}$$

$$R_{vp}^e = 0,02 + 1,06 + 14,0 + 1,56 = 16,64$$

Сравниваем полученные результаты:

$$R_{vp}^e > R_n^{mp2} > R_n^{mp1}$$

$$16,64 > 3,335 > 2,28$$

Соответствует требованиям паропроницаемости.

3. Теплоусвоение и звукоизоляция пола

Задача № 3. Для указанной схемы междуэтажного перекрытия произвести расчет теплоусвоения пола и выполнить расчеты по звукоизоляции данного ограждения от воздушного и ударного шума.

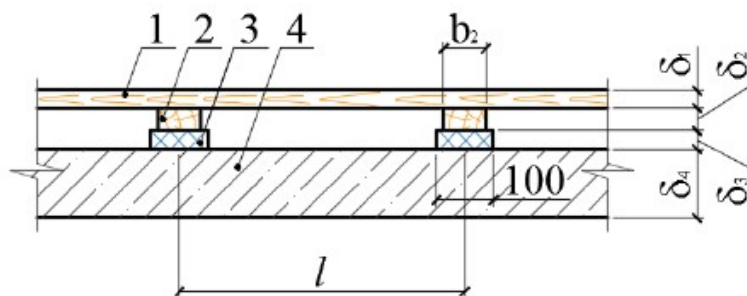


Рисунок 2.1. Тепловое решение стены

Таблица 3.1 – Характеристики материалов

Материал	ρ , кг/м ³	λ_A , Вт*(м*°С)	S_A , мг/(м*ч*Па)	δ , мм
Половая доска (дуб)	700	0,18	5,00	0,035
Лага (дуб, l=330 мм.)	700	0,18	5,00	0,04
Плита из изовербазальтового волокна на синтетическом связующем	80	0,042	0,53	0,035
Железобетон	2500	1,92	17,98	180

3.1. Теплоусвоение поверхности пола.

Поверхность пола жилых и общественных зданий, вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий и отапливаемых помещений производственных зданий (на участках с постоянными рабочими местами) должна иметь расчетный показатель теплоусвоения $Y_{пол}$, Вт/(м²*°С), не более нормируемой величины $Y_{пол}^{mp}$, установленной в табл. 12 СНиП 23-02-2003.

$$Y_{пол}^{mp} = 12 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 –термические сопротивления, (м²*°С)/Вт, соответственно с 1 по 4 слой конструкции пола, определяемые по формулам:

$$R_n = \frac{\delta_n}{\lambda_n};$$

Определим тепловую инерцию первого слоя по формуле:

$$D_n = R_n * S_n;$$

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,035}{0,18} = 0,19 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт};$$

$$D_1 = 0,19 * 5 = 0,95;$$

если $D_1 \geq 0,5$, то показатель теплоусвоения пола следует определять по формуле:

$$Y_{\text{пол}} = 2S_1;$$

$$Y_{\text{пол}} = 2 * 5 = 10 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт};$$

$$10 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт} \leq 12 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{°C)};$$

$$Y_{\text{пол}} \leq Y_{\text{пол}}^{\text{нр}}$$

3.2. Расчет звукоизоляции.

Определяем поверхностные плотности элементов перекрытия:

$$m_1 = 2500 * 0,18 = 450 \text{ кг / м}^2;$$

$$m_2 = 700 * 0,035 + 700 * 0,04 * 0,075 * 4 = 36,4 \text{ кг / м}^2;$$

$$\rho = \frac{2000 + 36,4 * 10}{4 * 0,075} = 7880 \text{ Па}$$

Определяем динамический модуль упругости звукоизоляционной прокладки (E_d) и относительное сжатие звукоизоляционной прокладки (ε). В СП 23.103.2003 табл. 16. $E_d = 1,9 * 10^5$, $\varepsilon = 0,1$

Определяем индекс изоляции воздушного шума несущей плиты перекрытия:

$$R_{\text{wo}} = 37 * \lg m - 43 = 37 * \lg 450 - 43 = 55,2 \text{ дБ};$$

Определяем d :

d – толщина звукоизоляционного слоя в не обжатом состоянии, м:

$$d = d_o * (1 - \varepsilon) = 0,035 * (1 - 0,1) = 0,031 \text{ м}$$

Определяем частоту резонанса конструкции пола по формуле:

$$f_p = 0,16 * \sqrt{\frac{E_d * (m_1 + m_2)}{d_o * m_1 * m_2}} = 0,16 * \sqrt{\frac{2,34 * 10^5 * (450 + 36,4)}{0,031 * 450 * 36,4}} = 75,75 \text{ дБ};$$

Индекс приведенного уровня ударного шума ($L_{\text{нв}}$) под междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое принимаем по табл. 17 СП 23-103-2003.

В зависимости от величины приведенного уровня ударного шума для несущей плиты перекрытия ($L_{нво}$) определенного по табл. 18 в СП 23-103-2003 и частоты собственных колебаний пола, лежащего на звукоизоляционном слое (f_0), Гц, определяемый по формуле:

$$f_0 = 0,16 * \sqrt{\frac{E_\delta}{d * m_2}};$$

$$f_0 = 0,16 * \sqrt{\frac{2,34 * 10^5}{0,031 * 36,4}} = 72,8 \text{ Гц};$$

Расчет толщины звукоизоляционного слоя.

Определяем d :

d – толщина звукоизоляционного слоя в не обжатом состоянии, м:

$$d = d_0 * (1 - \varepsilon) = 0,035 * (1 - 0,1) = 0,031 \text{ м}$$

Определяем индекс изоляции воздушного шума несущей плиты перекрытия:

$$R_{wo} = 37 * \lg m - 43 = 37 * \lg 450 - 43 = 55,2 \text{ дБ};$$

$$R_w = 57,6 \text{ дБ.}$$

Индекс приведенного уровня ударного шума ($L_{нв}$) под междуэтажным перекрытием с полом на звукоизоляционном слое принимаем по табл. 17 СП 23-103-2003.

В зависимости от величины приведенного уровня ударного шума для несущей плиты перекрытия ($L_{нво}$) определенного по табл. 18 в СП 23-103-2003 и частоты собственных колебаний пола, лежащего на звукоизоляционном слое (f_0), Гц, определяемый по формуле:

$$f_0 = 0,16 * \sqrt{\frac{E_\delta}{d * m_2}};$$

$$f_0 = 0,16 * \sqrt{\frac{2,34 * 10^5}{0,031 * 28,7}} = 73,34 \text{ Гц};$$

Принимаем $L_{нво} = 82$ дБ. (По СП 23-103-2003 табл. 18);

$56 \text{ дБ} \leq 82 \text{ дБ} \Rightarrow$ условие $L_{нв} \leq L_{нво}$ выполняется, данное междуэтажное перекрытие можно применять между жилыми квартирами.

$55,2 \text{ дБ} \leq 57,6 \text{ дБ} \Rightarrow$ условие $R_{wo} \geq R_w$ не выполняется, индекс изоляции воздушного шума данного перекрытия не удовлетворяет её нормативному значению для жилого здания.

Задача №4. Для указанной схемы внутреннего стенового ограждения (перегородки) выполнить расчет индекса изоляции воздушного шума (графическим методом).

Материал: Тяжелый бетон – плотность $\rho = 2400 \text{ кг/м}^3$; толщина $\delta = 80 \text{ мм}$.

Определяем поверхностную площадь ограждающей конструкции:

$$m = \rho * \delta = 2400 * 0,08 = 192 \text{ кг/м}^2;$$

Эквивалентная поверхностная плотность перегородки составит:

$$m_{\text{Э}} = m * k = 190 * 1 = 190 \text{ кг/м}^2;$$

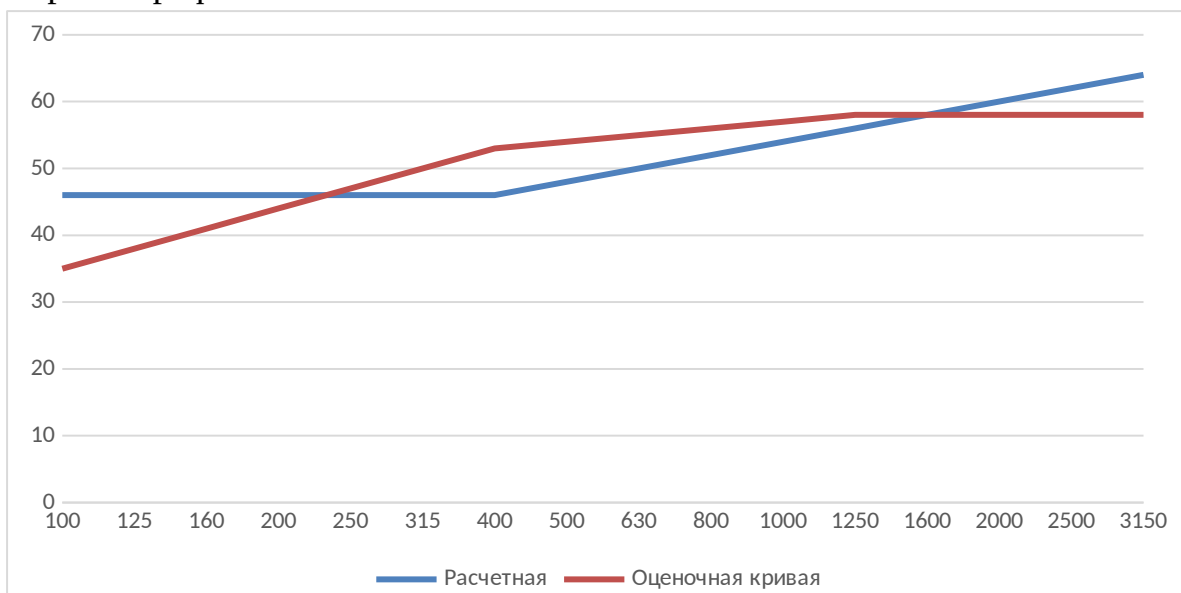
Находим по формуле ординату точки В:

$$R_{\text{В}} = 20 \lg m_{\text{Э}} - 12 = 20 \lg 190 - 12 = 45,57 = 46 \text{ дБ}.$$

Заполняем таблицу

	Параметры	Среднегеометрическая частота 1/3 октавной полосы, Гц															
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
1	Расчетная частотная характеристика, R, дБ	46	46	46	46	46	46	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64
2	Оценочная кривая, дБ	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56
3	Неблагоприятные отклонения от смещенной оценочной кривой	-	-	-	-	-	2	5	4	3	2	1	-	-	-	-	-
4	Оценочная кривая смещенная на 2 дБ.	35	38	41	44	47	50	53	54	55	56	57	58	58	58	58	58
5	Неблагоприятные отклонения от смещенной оценочной кривой	-	-	-	-	1	4	7	6	5	4	3	2	-	-	-	-

Строим график:



$$R_w^{des} = 54 \text{ дБ} \quad R_w^{reg} = 57 \text{ дБ}$$

Условие $R_w^{des} \geq R_w^{reg}$ не выполняется. Применение данного стенового ограждения между квартирой и магазином невозможно.

Список используемой литературы:

1. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»
2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»
3. СП 51.13330.2011 «Защита от шума»
4. СП 23.101.2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерно-строительный институт

Физика среды и ограждающих конструкций

Контрольная работа

Преподаватель: _____ О.В. Романова

Студент гр. ЗСБ17-12БУ уч.ш.411728982 _____ Р.А. Непомнищев

Красноярск, 2018

Содержание

Задание №1.....	3
Задание №2.....	6
Задание №3.....	13
Задание №4.....	16
Список использованной литературы.....	19