

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»  
(ПГУАС)

Л.Н. Петрянина

## **АРХИТЕКТУРНАЯ ФИЗИКА**

Учебно-методическое пособие  
для самостоятельной работы по направлениям подготовки  
07.03.04 «Градостроительство»,  
07.03.01 «Архитектура» (бакалавриат)

Пенза 2016

УДК 72: 53 (075.8)  
ББК 85.11+22.3я 73  
ПЗ1

Рекомендовано Редсоветом университета  
Рецензенты – кандидат технических наук,  
доцент О.Л. Викторова (ПГУАС)

**Петрянина Л.Н.**

ПЗ1      Архитектурная физика: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы по направлениям подготовки 07.03.04 «Градостроительство», 07.03.01 «Архитектура» (бакалавриат) / Л.Н. Петрянина. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 56 с.

Рассмотрены текст и примеры заданий для самостоятельной работы студентов. Приведен перечень творческих заданий, система тренинга и самопроверки знаний студентов.

Учебно-методическое пособие подготовлено на кафедре «Городское строительство и архитектура» и предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 07.03.04 «Градостроительство», 07.03.01 «Архитектура» и изучающих дисциплину «Архитектурная физика».

© Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства, 2016

© Петрянина Л.Н., 2016

## ВВЕДЕНИЕ

Основная задача высшего образования заключается в формировании творческой личности студента, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности.

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Независимо от полученной профессии и характера работы любой начинающий специалист должен обладать фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности своего профиля, опытом творческой и исследовательской деятельности по решению новых проблем. Все эти составляющие образования формируются именно в процессе самостоятельной работы студентов, так как предполагает максимальную индивидуализацию деятельности каждого студента и может рассматриваться одновременно и как средство совершенствования творческой индивидуальности.

Основным принципом организации самостоятельной работы студентов является комплексный подход, направленный на формирование навыков репродуктивной и творческой деятельности студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке.

Среди основных видов самостоятельной работы студентов традиционно выделяют: подготовка к лекциям, практическим занятиям, зачетам и экзаменам, докладам; написание рефератов, выполнение расчетно-графических курсовых проектов и работ, лабораторных и контрольных работ. Время, отведенное для самостоятельной работы студентов, полностью может быть использовано на два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию;
- внеаудиторная – самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Рассмотренные материалы для самостоятельной работы будут полезны для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 07.03.04 «Градостроительство», 07.03.01 «Архитектура», при изучении дисциплины «Архитектурная физика».

Процесс изучения дисциплины «Архитектурная физика» направлен на формирование следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

*по направлению подготовки 07.03.04 «Градостроительство»:*

– готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

– владение знаниями комплекса гуманитарных, естественнонаучных и прикладных дисциплин, необходимых для формирования градостроительной политики и разработки программ градостроительного развития территории; владение навыками предпроектного градостроительного анализа, в том числе выявлением достоинств и недостатков, ограничений и рисков освоения территории и реконструкции застройки; готовность планировать градостроительное развитие территории;

*по направлению подготовки 07.03.01 «Архитектура»:*

– умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

– способность разрабатывать архитектурные проекты согласно функциональным, эстетическим, конструктивно-техническим, экономическим и другим основополагающим требованиям, нормативам и законодательству на всех стадиях: от эскизного проекта – до детальной разработки и оценки завершённого проекта согласно критериям проектной программы;

– способностью взаимно согласовывать различные факторы, интегрировать разнообразные формы, знания и навыки при разработке проектных решений, координировать междисциплинарные цели;

– способность применять знания смежных и сопутствующих дисциплин при разработке проектов, действовать инновационно и технически грамотно при использовании строительных технологий, материалов, конструкций, систем жизнеобеспечения и информационно-компьютерных средств;

– способность координировать взаимодействие специалистов смежных профессий в проектом процессе с учетом профессионального разделения труда.

# 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Целью изучения дисциплины «Архитектурная физика» является необходимость дать студентам углубленные сведения о физико-технических процессах, протекающих в помещениях во время пребывания людей в зданиях, а также процессах протекающих во время их эксплуатации.

Задача изучения дисциплины – научиться владеть физико-техническими основами проектирования для выполнения проектных работ.

В результате освоения дисциплины «Архитектурная физика» студент должен:

## Знать:

фундаментальные основы физики, включая разделы «теплофизика», «свет» и «акустика»;

фундаментальные основы высшей математики, включая линейную алгебру и математический анализ;

основы графического построения объектов;

## Уметь:

проводить формализацию поставленной задачи на основе современного математического аппарата;

пользоваться справочной технической литературой;

## Владеть:

первичными навыками и основными методами решения математических задач.

## Раздел 1. Архитектурная теплотехника

На самостоятельную работу студентов в этом разделе отводится 32 часа.

Для решения вопросов по архитектурной теплотехнике студенты должны знать следующее:

– методы оценки температурно-влажностного режима в помещении;  
– виды теплопередачи и теплотехнические параметры ограждающих конструкций;

– теплотехнический расчет однородных и слоистых ограждающих конструкций при установившемся потоке тепла, распределение температур в толще ограждающих конструкций;

– теплотехнический расчет неоднородных ограждающих конструкций с теплопроводными включениями;

– теплопередача в нестационарных условиях и теплоустойчивость ограждающих конструкций;

– воздухопроницаемость и влияние этого параметра на теплозащиту ограждающих конструкций, расчет на воздухопроницаемость ограждения;

– защита от влажности ограждающих конструкций и помещений: влажность воздуха и влияние на самочувствие человека и работу ограждающих конструкций; влажностное состояние ограждающих конструкций; оценка возможности образования конденсата в толще и на поверхности ограждающей конструкции;

## Раздел 2. Архитектурная и строительная акустика и звукоизоляция ограждающих конструкций

На самостоятельную работу студентов при изучении этого модуля отводится 18 часов

Студентам необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- звук, основные понятия и характеристики звука;
- методы расчета звукового поля, расчет времени реверберации в помещении;
- влияние формы залов и их отдельных поверхностей на их акустические качества; звукопоглощающие материалы и конструкции, приемы геометрической акустики при проектировании зрительных залов;
- борьба с шумом в помещениях, изоляция от воздушного и ударного шума в помещениях;
- нормирование звукоизоляции ограждающих конструкций от проникновения воздушного шума в помещение;
- нормирование ударного шума, определение изоляции ударного шума междуэтажными перекрытиями;
- борьба с шумом от инженерного и санитарно-технического оборудования;
- защита от шума в градостроительстве, архитектурно-планировочные методы борьбы с шумом;
- мероприятия по повышению звукоизоляции в помещениях.

## Раздел 3. Основы светотехники

На самостоятельную работу студентов в этом модуле отводится 10 часов.

При изучении данного раздела студент рассматривает следующие вопросы:

- проектирование систем естественного освещения зданий, это особенно важно при проектировании промышленных зданий, где светопроемы имеют очень большие площади. Методы расчета КЕО, два закона строительной светотехники;
- проектирование городской застройки, проверка соблюдения норм естественного освещения и инсоляции при затенении жилых помещений зданиями окружающей застройки; нормирование естественного освещения; проектирование систем естественного освещения.

## 2. ТЕКСТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ И ПРИМЕРЫ ИХ ИСПОЛНЕНИЯ

### Раздел 1. Архитектурная теплотехника

#### Задание 1. Исследовать распределение температуры в толще наружного ограждения

Определение температур в различных слоях ограждений весьма важно для оценки их теплозащитных свойств.

Исследование распределения температур проводится двумя способами: экспериментальным и расчетным.

Распределение температуры в толще ограждающих конструкций зависит от следующих факторов: перепада температур ( $t_{int} - t_{ext}$ ) толщины ограждения и влажностного состояния, материала конструкции (объемного веса,  $\text{кг/м}^3$ ), качества материала и качества выполнения конструкции.

Общее сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции  $R_0$  состоит из суммы трех сопротивлений: сопротивления теплоотдачи внутренней поверхности стены  $R_{si}$ , суммы термических сопротивлений конструктивных слоев  $R_i$  и сопротивления теплоотдачи наружной поверхности стены  $R_{se}$ . Определяется сопротивление теплопередачи по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_i \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{ext}}$$

Температура в толще  $n$ -го слоя ограждения при температуре внутреннего воздуха  $t_{int}$  и наружного  $t_{ext}$  определяется по формуле

$$t_x = t_{int} - \frac{t_{int} - t_{ext}}{R_0} \cdot \left( \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum (n-1)R_x \right), \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $\left( \sum (n-1)R_x \right)$  – сумма термических сопротивлений предыдущих конструктивных слоев,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$ .

#### *Конструктивное решение наружных стен*

В качестве объекта исследования принята кирпичная стена учебного корпуса. Кладка сплошная в два кирпича на цементно-песчаном растворе. Внутренняя и наружная поверхности стены оштукатурены.

*Состав ограждающей конструкции без утепления:*

	Материал слоя	Толщина, м
1	Цементно-песчаный раствор, $1800 \text{ кг/м}^3$	0,02
2	Кирпичная кладка из кирпича глиняного обыкновенного, $1400 \text{ кг/м}^3$	0,510
3	Цементно-песчаный раствор, $1800 \text{ кг/м}^3$	0,02

Для сравнения возьмем вариант с наружным утеплением данной стены  
Состав ограждающей конструкции с утеплением:

	Материал слоя	Толщина, м
1	Цементно-песчаный раствор, 1800 кг/м <sup>3</sup>	0,02
2	Кирпичная кладка из кирпича глиняного обыкновенного, 1400 кг/м <sup>3</sup>	0,510
3	Пенополистирол (ТУ 2244-051-04001232-99) 100 кг/м <sup>3</sup>	0,08
4	Цементно-песчаный раствор, 1800 кг/м <sup>3</sup>	0,02

#### Дополнительные исходные данные:

- расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{int} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- расчетная влажность внутреннего воздуха  $w_6 = 55\%$ ;
- г. Пенза [прил.6] зона сухая

Определение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

#### Определяемые и рассчитываемые параметры:

- влажностный режим помещения [прил.4, табл.1] нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций [прил. 4, табл.2] – А;
- коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху [прил.4, табл. 6 ]  $n = 1$ ;
- расчетная температура внутреннего воздуха, принимаемая согласно ГОСТ 30494, СанПиН 2.1.2.1002 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений (задание на проектирование)  $t_{int} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- расчетная зимняя температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [прил.5, столбец 5]  $t_{ext} = -29 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций [прил.4, табл. 7]  $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ ;
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций [прил.4, табл. 8]  $\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ ;
- расчетный коэффициент теплопроводности материала первого слоя [прил. 7]  $\lambda_1 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ ;
- расчетный коэффициент теплопроводности материала второго слоя [ прил. 7]  $\lambda_2 = 0,70 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ ;
- расчетный коэффициент теплопроводности материала третьего слоя [прил. 7]  $\lambda_3 = 0,041 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ ;
- расчетный коэффициент теплопроводности материала четвертого слоя [прил. 7]  $\lambda_4 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ .

- Общее сопротивление теплопередаче не утепленной ограждающей конструкции

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \sum_i \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} = ? \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

- Общее сопротивление теплопередаче утепленной ограждающей конструкции

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \sum_i \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} = ? \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Определение температуры в толще наружной стены без утепления (однородной) и утеплением (слоистой).

По полученным результатам строим графики распределения температур, делаем вывод.

## **Задание 2. Определение температурно-влажностного режима в помещении**

Для определения физического состояния микроклимата помещения по параметрам температуры внутреннего воздуха ( $t_{\text{int}}$ ) и относительной влажности ( $\varphi$ ) служат психрометры Августа и Ассмана.

Психрометр Ассмана состоит из двух термометров (один из них обычный, применяемый для измерения температуры, а нижняя часть другого обернута тканью, которая увлажняется водой) и вентилятора для обдува шариков с рабочей поверхностью, что позволяет получать более точные данные по сравнению с психрометром Августа.

На поверхности шарика увлажнённого термометра происходит процесс испарения влаги охлаждающий его и понижающий температуру на термометре. Чем меньше относительная влажность воздуха, тем быстрее идёт процесс испарения и следовательно больше разность в показаниях сухого и влажного термометров.

На основе закономерной зависимости между разностью показаний термометра и абсолютной влажностью воздуха составлена психрометрическая таблица по которой определяется относительная влажность воздуха (прил. 1).

Температура и влажность определяется в трех точках по высоте помещения: 1) у пола; 2) в рабочей зоне (0.8 м от уровня пола); 3) в верхней зоне.

Определяется относительная влажность в помещении. В зависимости от температуры воздуха в помещении определяется максимальная упругость водяного пара. Далее из формулы (1) рассчитывается величина парциального давления. Температура точки росы находится из условия образования конденсата.

Порядок выполнения работы

1. Снять отсчеты по психрометру в трех точках: верхней, рабочей и нижней зонах с точностью до 0,25°С. Результаты записать в таблицу.
2. Определить разность показаний термометров и по психрометрической таблице установить значения относительной влажности. Результаты записать в таблицу.
3. Определить по прил.2 максимальную упругость водяного пара  $E$ , вычислить парциальное давление  $e$ . Результаты записать в таблицу.
4. Определить температуру точки росы. Результаты записать в таблицу.
5. По результатам проделанной работы сделать вывод о температурно-влажностном режиме помещения.

Т а б л и ц а

Номер замеров	Температура сухого термометра, °С	Температура влажного термометра, °С	Психрометрическая разность, °С	Относительная влажность в помещении, %	Максимальная упругость водяного пара, мм рт.ст.	Парциальное давление, мм рт.ст.	Температура точки росы, °С
1	2	3	4	5	6	7	8

**Задание 3. Измерить скорость воздушных потоков и определить кратность воздухообмена в помещении.**

Гигиеническими нормами для гражданских зданий установлены пределы естественной вентиляции в виде минимальной кратности воздухообмена ( $n$ ). Под кратностью воздуха обмена имеют в виду отношением объема воздуха, поступающего в помещении течении одного часа к кубатуре помещения  $V_0$ , т.е.

$$n = \frac{V}{V_0} \left[ \frac{1}{\text{час}} \right] \quad (1)$$

С помощью анемометра определяют скорость воздушного потока в проёмах.

Количество воздуха поступающего через "живое сечение" открытого проёма  $F$  (м<sup>2</sup>) при скорости воздушного потока  $V$  (м/с), определяется по формуле

$$V = V \cdot F, \quad (2)$$

тогда кратность воздухообмена за один час будет равна

$$n = \frac{3600 \cdot V}{V_0} \quad (3)$$

В летний период кратность воздухообмена значительно повышается. При этом для притока свежего воздуха необходимы проёмы в нижней зоне помещения, а для удаления загрязняющего воздуха – в верхней.

#### Задание 4. Исследовать распределение парциального давления в толще наружного ограждения

Определение парциального давления в различных слоях ограждений весьма важно для оценки влажностного состояния конструкции и определения возможности образования конденсата в ее толще.

Общее сопротивление паропроницаемости ограждающей конструкции  $R_{оп}$  состоит из суммы трех сопротивлений: сопротивления паропроницаемости внутренней поверхности стены  $R_{вн}$ , суммы сопротивлений паропроницаемости конструктивных слоев  $R_n = \sum_i \frac{\delta_i}{\mu_i}$  и сопротивления паропроницаемости наружной поверхности стены  $R_{нн}$ . Определяется сопротивление паропроницаемости по формуле

$$R_{он} = R_{вп} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} + R_{нп}$$

где  $R_{вп} = k \left( 1 - \frac{\Phi_B}{100} \right)$  мм рт. ст.·м<sup>2</sup>·ч/г = Па·с/г;

$R_{нп} = k \left( 1 - \frac{\Phi_H}{100} \right)$  мм рт. ст.·м<sup>2</sup>·ч/г = Па·с/г;

$K$  – коэффициент, равен 1.

Парциальное давление в толще  $n$ -го слоя ограждения при парциальном давлении внутри помещения  $e_v$  и снаружи  $e_n$  определяется по формуле

$$l_x = l_B - \frac{l_B - l_H}{R_{оп}} \left( \sum_{n-1} (n-1)R_n + R_{вп} \right),$$

где  $\left( \sum (n-1)R_n \right)$  – сумма сопротивлений паропроницанию предыдущих конструктивных слоев, мм рт.ст. ·м<sup>2</sup>·ч/г.

*Конструктивное решение наружных стен*

В качестве объекта исследования принята кирпичная стена учебного корпуса. Кладка сплошная в два кирпича на цементно-песчаном растворе. Внутренняя и наружная поверхности стены оштукатурены.

*Состав ограждающей конструкции без утепления:*

	Материал слоя	Толщина, м
1	Цементно-песчаный раствор, 1800 кг/м <sup>3</sup>	0,02
2	Кирпичная кладка из кирпича глиняного обыкновенного, 1400 кг/м <sup>3</sup>	0,510
3	Цементно-песчаный раствор, 1800 кг/м <sup>3</sup>	0,02

Для сравнения возьмем вариант с наружным утеплением данной стены  
Состав ограждающей конструкции с утеплением:

	Материал слоя	Толщина, м
1	Цементно-песчаный раствор, 1800 кг/м <sup>3</sup>	0,02
2	Кирпичная кладка из кирпича глиняного обыкновенного, 1400 кг/м <sup>3</sup>	0,510
3	Пенополистирол (ТУ 2244-051-04001232-99) 100 кг/м <sup>3</sup>	0,08
4	Цементно-песчаный раствор, 1800 кг/м <sup>3</sup>	0,02

**Дополнительные исходные данные:**

- расчетная температура внутреннего воздуха  $t_{int} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- расчетная температура наружного воздуха  $t_{ext} = -29 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- расчетная влажность внутреннего воздуха  $w_{в} = 55\%$ ;
- расчетная влажность наружного воздуха  $w_{н} = 85\%$ ;
- г. Пенза [прил. 6] зона сухая

*Определение сопротивления паропроницаемости  
ограждающих конструкций*

**Определяемые и рассчитываемые параметры:**

- влажностный режим помещения определяется по [прил. 4, табл. 1] нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций [прил. 4, табл. 2] А;
- коэффициент паропроницаемости цементно-песчаного раствора [прил. 7]  $\mu_1 = 0,012 \text{ г}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{мм рт.ст.})$ ;
- расчетный коэффициент паропроницаемости кирпича [прил. 7]  $\mu_2 = 0,014 \text{ г}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{мм рт.ст.})$ ;
- расчетный коэффициент паропроницаемости пенополистирола [5, прил. 7]  $\mu_3 = 0,055 \text{ г}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{мм рт.ст.})$ .
- Общее сопротивление паропроницаемости неутепленной ограждающей конструкции рассчитывается по формуле

$$R_{он} = R_{ВП} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} + R_{НП} = ? \text{ (мм рт.ст.} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{ч/г.)}$$

- Общее сопротивление теплопередаче утепленной ограждающей конструкции рассчитывается по формуле

$$R_{он} = R_{ВП} + \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} + R_{НП} = ? \text{ (мм рт.ст.} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{ч/г.)}$$

*Определение парциального давления в толще наружной стены  
без утепления (однородной) и с утеплением (слоистой)*

Парциальное давление в толще ограждающей конструкции определяем по формуле

$$l_X = l_B - \frac{l_B - l_H}{R_{оп}} \left( \sum_{n-1} (n-1)R_n + R_{ВП} \right),$$

где  $e_v$  – парциальное давление внутри помещения;

$e_n$  – парциальное давление наружного воздуха.

Парциальные давления внутри помещения и наружного воздуха рассчитываются исходя из формулы относительной влажности:  $\varphi_i = \frac{e_i}{E_i} 100\%$ , при-

нимая что относительная влажность в помещении составляет  $\varphi_v = 55\%$  при нормальном температурно-влажностном режиме помещения.

#### *Определение возможности образования конденсата в толще наружной стены*

По полученным результатам парциального давления в рассматриваемых точках и максимальной упругости водяного пара строим графики распределения парциального давления и максимальной упругости водяного пара, делаем вывод.

Для построения графика распределения максимальной упругости водяного пара в толще ограждающей конструкции, необходимо для рассчитанных ранее значений температур определить значения максимальной упругости водяного пара.

## Раздел 2. Архитектурная акустика и звукоизоляция ограждающих конструкций

### Задание 1. Определить время реверберации в помещении

Для данной учебной аудитории требуется рассчитать время реверберации, построить диапазон нормального звучания и установить качество звучания в помещении, сделать вывод. Нормами регламентируется производить расчет времени реверберации на частотах 125, 500 и 2000 Гц. Общую эквивалентную площадь звукопоглощения определяется по формуле

$$A_{\text{общ}} = \sum \alpha S + \sum A + \alpha_{\text{доб}} S_{\text{общ}},$$

где  $V$  – объем помещения,  $\text{м}^3$ ;

$S_{\text{общ}}$  – общая площадь поверхностей  $\text{м}^2$ ;

$\ln(1-\alpha_{\text{ср}})$  – функция среднего коэффициента звукопоглощения;

$A_{\text{общ}}$  – общая эквивалентная площадь звукопоглощения;

$\sum A$  – эквивалентная площадь звукопоглощения слушателями и свободными креслами (принимается для 70% наполняемости помещения).

Для удобства определения общей эквивалентной площади звукопоглощения расчет выполняем в табличной форме.

Для определения площади рассматриваемой поверхности необходимо измерить строительной рулеткой размеры следующих конструкций и предметов:

1. Размеры аудитории:

- длина;
- ширина;
- высота.

2. Размеры окон:

- ширина;
- высота.

3. Размеры столов:

- ширина;
- длина.

4. Размер двери:

- ширина;
- длина.

По данным измерений рассчитать площади поверхностей и записать полученные значения в таблицу.

Т а б л и ц а

Расчет эквивалентной площади звукопоглощения

Наименование поверхностей и их от-делка	Площадь поверхностей $S_i$ , м <sup>2</sup>	Коэффициент звукопоглощения поверхностей $\alpha_i$ на частотах			Эквивалентная площадь звукопоглощения поверхности ( $\alpha_i \times S_i$ ) на частотах		
		125	500	2000	125	500	2000
1	2	3	4	5	6	7	8
1) стены: кирпичные, оштукатуренные и окрашенные 2) потолок: бетон окрашенный 3) пол: линолеум по бетонному основанию 4) окна: а) стекло, б) шторы 5) двери деревянные 6) поверхности столов: деревянные 7) добавочное звукопоглощение 8) эквивалентное звукопоглощение слушателями 9) свободные кресла							
Итого:					$A_{общ}^{125}$	$A_{общ}^{500}$	$A_{общ}^{2000}$



до слушателей на последних рядах звук будет доходить недостаточно звонким, и наоборот, при расположении графика времени реверберации выше оптимальных значений, звучание в помещении будет громким, бубнящим, возрастает возможность образования эхо в помещении.

## Задание 2. Определение индекса изоляции воздушного шума ограждающей конструкции с известной и неизвестной частотными характеристиками

### 1. Методика по определению индекса изоляции воздушного шума ограждающей конструкции с известной частотной характеристикой

Индекс изоляции воздушного шума  $R_w$  (в дБ) ограждающей конструкцией с известной (рассчитанной или измеренной) частотной характеристикой изоляции воздушного шума определяется путем сопоставления этой частотной характеристики с оценочной кривой, установленной стандартом 717 Международной организации по стандартизации (ИСО) приведенной в таблицу.

Т а б л и ц а

Средняя частота третьоктавной полосы, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Изоляция воздушного шума $R$ , дБ	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56

Для определения индекса изоляции воздушного шума  $R_w$  необходимо на график с оценочной кривой нанести известную частотную характеристику изоляции воздушного шума и определить сумму неблагоприятных отклонений нанесенной частотной характеристики от оценочной кривой. Неблагоприятными считаются отклонения вниз от оценочной кривой.

Если сумма неблагоприятных отклонений максимально приближается к 32 дБ, но не превышает эту величину, величина индекса  $R_w$  составляет 52 дБ.

Если сумма неблагоприятных отклонений превышает 32 дБ, оценочная кривая смещается вниз на целое число децибел так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений не превышала указанную величину.

Если сумма неблагоприятных отклонений значительно меньше 32 дБ, или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочная кривая смещается вверх (на целое число децибел) так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенной кривой максимально приближалась к 32 дБ, но не превышала эту величину.

За величину индекса  $R_w$ , принимается ордината смещенной (вверх или вниз) оценочной кривой в третьоктавной полосе на частоте 500 Гц.

## 2. Методика по определению индекса изоляции воздушного шума однородной массивной ограждающей конструкции с неизвестной частотной характеристикой.

Частотную характеристику изоляции воздушного шума акустически однородной (однослойной) плоской ограждающей конструкцией сплошного сечения с поверхностной плотностью от 100 до 1000 кг/м<sup>2</sup> из бетона, железобетона, кирпича и тому подобных материалов следует определять, изображая ее в виде ломаной линии, аналогичной линии ABCD на рис. 1.

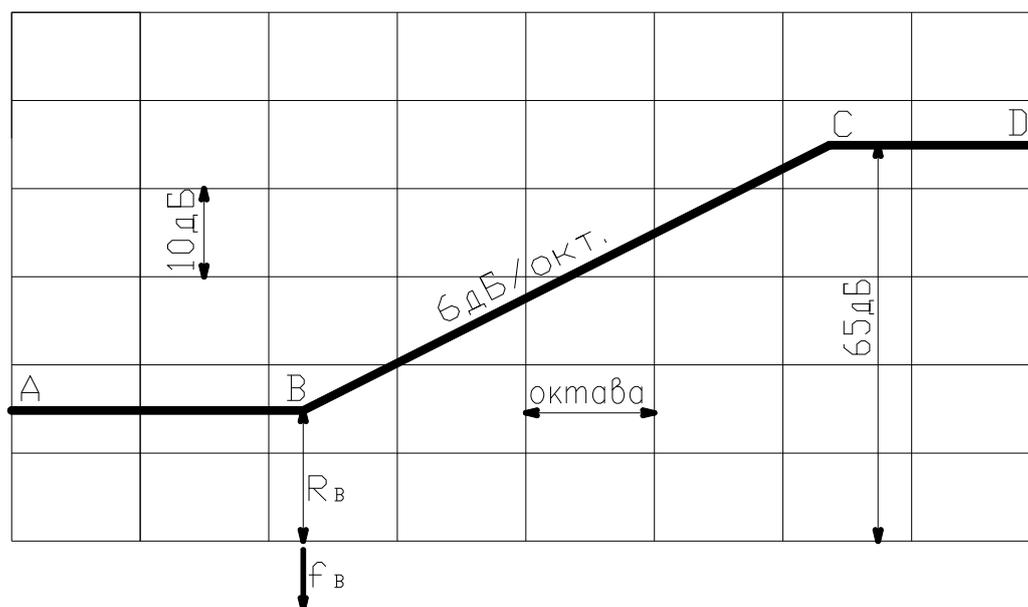


Рис. 1. Частотная характеристика изоляции воздушного шума однослойным плоским ограждением

Абсциссу точки В –  $f_B$  следует определять по прил.2 в зависимости от толщины и плотности материала конструкции. Значение  $f_B$  следует округлять до среднегеометрической частоты третьоктавной полосы частот, в пределах которой находится  $f_B$ . Границы третьоктавных полос приведены в прил.3.

Ординату точки В –  $R_B$  следует определять в зависимости от эквивалентной поверхностной плотности  $m_3$  по формуле

$$R_B = 20 \lg m_3 - 12 \text{ дБ}, \quad (1)$$

где  $m_3 = k \times m$ ;

$m$  – поверхностная плотность материала (кг/м<sup>2</sup>);

$k$  – коэффициент, корректирующий жесткость материала, по сравнению с железобетоном, значения принимать по прил.16.

Для ограждающих конструкций из легких бетонов с круглыми пустотами коэффициент  $K$  определяется как произведение коэффициентов, определенных отдельно для сплошных конструкций из легких бетонов и конструкций с круглыми пустотами.

Значение  $R_v$  следует округлять до 0,5 дБ.

Построение частотной характеристики производится в следующей последовательности: из точки В влево проводится горизонтальный отрезок ВА, а вправо от точки В проводится отрезок ВС с наклоном 6 дБ на октаву до точки С с ординатой  $R_c = 65$  дБ, из точки С вправо проводится горизонтальный отрезок CD. Если точка С лежит за пределами нормируемого диапазона частот ( $f_c > 3150$  Гц), отрезок CD отсутствует.

### Расчетная часть

**1 этап.** Определить индекс изоляции воздушного шума  $R_w$  перегородкой с известной частотной характеристикой звукоизоляции от проникновения воздушного шума. Частотная характеристика такой конструкции приведена в табл. 2 (поз.1).

Расчет звукоизоляции перегородки проводится по методике 1 (описание приведено выше в данном пособии) в табличной форме (см.табл.2).

Т а б л и ц а 2

Среднегеометрическая частота 1/3 октавной полосы, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	Сумма отклонений
1. Расчетная частотная характеристика R, дБ	36	36	36	36	36	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	57	
2. Оценочная кривая, дБ	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56	
3. Неблагоприятные отклонения, дБ																	
4. Оценочная кривая, смещенная вниз на.... дБ																	
5. Неблагоприятные отклонения от смещенной оценочной кривой																	
6. Индекс изоляции воздушного шума $R_w$ , дБ																	

**2 этап.** Построить частотную характеристику изоляции воздушного шума перегородкой из тяжелого бетона плотностью  $2300 \text{ кг/м}^3$  и толщиной  $100 \text{ мм}$ . и определить индекс изоляции воздушного шума данной ограждающей конструкции.

Построение частотной характеристики производим в соответствии с рис. 1. Для этого определяем поверхностную плотность ограждения  $m = \gamma h$ , Затем находим частоту, соответствующую точке В.

Округляем до среднегеометрической частоты  $1/3$  октавной полосы, в пределах которой находится  $f_B$ .

Определяем ординату точки В по формуле (1). По полученным значениям координаты точки В строим график частотной характеристики по следующим правилам:

Из точки В влево проводим горизонтальный отрезок ВА, а вправо от точки В – отрезок ВС с наклоном  $6 \text{ дБ}$  на октаву до точки С с ординатой  $65 \text{ дБ}$ , далее проводится горизонтальный отрезок СД.

Определив частотную характеристику ограждающей конструкции, рассчитываем по методике 1 индекс изоляции воздушного шума данной перегородки.

Делаем вывод о звукоизолирующей способности ограждающей конструкции от проникновения воздушного шума.

Значение рассчитанного индекса изоляции воздушного шума ( $R_w$ ) ограждающей конструкции должно быть не меньше нормативного. Нормативное значение индекса изоляции воздушного шума ограждающей конструкции принимается в зависимости от группы зданий, вида ограждающей конструкции и категории комфортности здания. Таким образом, звукоизолирующая способность ограждающей конструкции будет обеспечена, если выполняется условие:

$$R_w^H = R_w^{\text{расч}} .$$

### Раздел 3. Основы светотехники

**Задание 1.** Измерить коэффициент естественной освещенности помещений в натуральных условиях.

1. Намечаются расчетные точки на уровне условной рабочей поверхности ( $0,8 \text{ м}$  над уровнем пола) в заданном помещении по линии характерного разреза (средняя линия в помещении, перпендикулярная стенке с окнами). При этом первая и последняя точки принимаются на расстоянии  $1 \text{ м}$  от стены. Остальные – на равном расстоянии друг от друга: точки номеруются по порядку, начиная от окна.

2. Измеряются внутренняя освещенность в намеченных точках с помощью люксметра и одновременно наружная горизонтальная освещенность

(проводить замеры освещенности необходимо при отсутствии облучения помещения и фотоэлемента прямыми лучами солнца). Измерение освещенности в расчетных точках необходимо проводить дважды. Первые отсчеты в точках снимаются при движении от светопроема в глубь помещения, вторые – при движении в обратном направлении. Результаты измерения записываются в таблицу.

Номер точки	Отсчеты по шкале люксметра, лк.			Освещенность $E_n$ , лк	КЕО по данным измерений $e_3$ , %	Расчетное значение КЕО $e_p$ , %	Расхождение $\Delta e = e_n - e_p$ , %	Примечание
	1	2	Ср.					
1								
2								
3								
4								
5								
6								

3. Выполняется обмер заданного помещения, вычерчивается схема его плана и разреза с показанием светопроема в масштабе 1:50. В расчетных точках определяется величина КЕО по графоаналитическому методу А.М. Данилюка.

4. Строятся графики распределения КЕО по глубине помещения, по расчетным данным и данным измерений. Значение КЕО в пятой точке сравнивается с нормируемым значением. При несоответствии экспериментальных данных нормативным требованиям необходимо указать пути достижения нормативных условий освещенности данного помещения.

5. Составляется заключение о степени сходности результатов натурного измерения и расчета, а также соответствии условий освещенности требованиям норм.

### 3. УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ АУДИТОРНОЙ И ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЫ

#### Упражнение 1.

**Составить климатический паспорт местности с определением годового хода изменения климатических элементов, преобладающего типа погоды, ветрового и температурно-влажностного режимов.**

#### Решение.

Составление климатического паспорта местности невозможно без анализа климата, который ведется "от общего к частному", т.е. вначале оцениваются особенности климата, характерные для крупных территорий, а затем – климата конкретного участка, выбранного для строительства. При этом используют готовые климатические данные, а также определенные методы расчета и графические построения.

По мере проведения климатического анализа составляется паспорт для архитектурно-строительного проектирования, который определяет особенности проектных решений, обусловленные местными природно-климатическими условиями, накладывающими в той или иной форме ограничения на возможные варианты проектных решений.

Строительно-климатический паспорт определённого климатического района, включает:

- анализ годового хода климатических элементов;
- воздействие ветра и температуры на жилую среду и человека;
- определение преобладающего типа погоды и соответствующего режима эксплуатации здания;
- оценку сторон горизонта местности по комплексу климатических факторов, включая требования инсоляции;
- типологические особенности проектируемого объекта (планировка жилого дома, способ застройки, теплозащита здания и др.)

Составление климатического паспорта начинают с установления климатического района и подрайона строительства и определения его климатических параметров: среднемесячных температур воздуха в январе и июле; средней скорости ветра за три зимних месяца — в подрайонах с умеренной и холодной зимой; среднемесячной относительной влажности воздуха в июле в подрайонах с теплым и жарким климатом (табл.1, рис.1).

Т а б л и ц а 1

Климатическое районирование для строительства  
(территории России и стран СНГ)

Климатические районы	Климатические подрайоны	Среднемесячная температура воздуха в январе, °С	Средняя скорость ветра за три зимних месяца, м/с	Средне-месячная температура воздуха в июле, °С	Среднемесячная относительная влажность воздуха в июле, %
I	IA	От-32 и ниже	-	От+4 до+19	-
	IB	От -28 и ниже	5 и более	От 0 до+13	Более 75
	IV	От-14 до-28	-	От+12 до+21	-
	IG	От-14 до -28	5 и более	От0 до +14	Более 75
II	ID	От-14 до-32	-	От+10 до +20	-
	IIA	От-4 до -14	5 и более	От+8 до+12	Более 75
	IIБ	От-3 до -5	5 и более	От+12 до+21	Более 75
	IIВ	От-4 до -14	-	От+12 до+21	-
III	IIГ	От-5 до -14	5 и более	От+12 до+21	Более 75
	IIIA	От-14 до-20	-	От+21 до +25	-
	IIIB	От-5 до+2	-	От+21 до +25	-
IV	IIВ	От-5 до -14	-	От+21 до+25	-
	IVА	От -10 до +2	-	От +28 и выше	-
	IVБ	От+2 до+6	-	От +22 до +28	50 и более в15 ч
	IVВ	От 0 до +2	-	От +25 до +28	
	IVГ	От -15 до 0	-	От +25 до +28	

П р и м е ч а н и е . Климатический подрайон ID характеризуется продолжительностью холодного периода года (со средней суточной температурой воздуха ниже 0°С) 190 дней в году и более.



Рис.1. Схематическая карта климатического районирования для строительства (рекомендуемая)

Перечисленные характеристики дают только самые общие представления о климате местности, выбранной для строительства. Для более полного учета климата необходимо знать ряд других климатических характеристик и сведений о погоде. Поэтому далее необходимо провести анализ годовых изменений климатических элементов. В качестве анализируемых климатических элементов принимают: средние значения температуры воздуха, относительной влажности воздуха и скорости ветра по каждому месяцу года. Анализ этих параметров выполняют графическим способом, используя бланк-сетку (рис. 2).

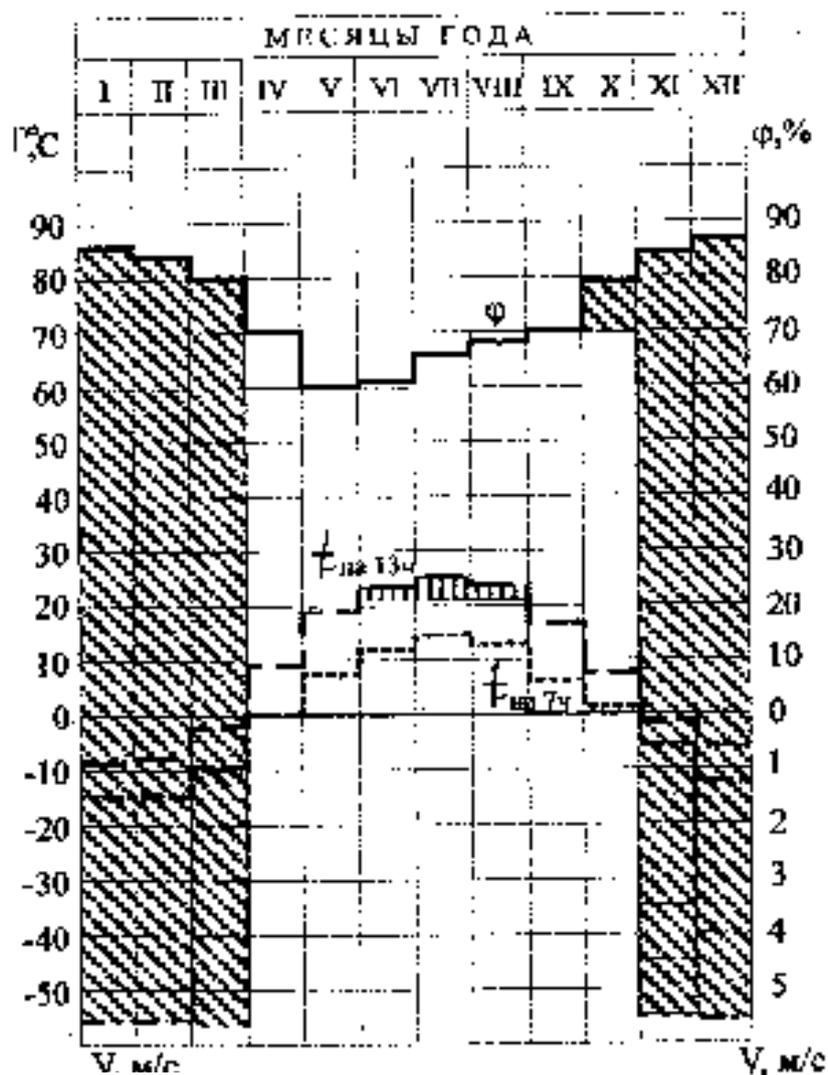


Рис.2. Годовой ход изменения климатических элементов (г.Пенза)

Горизонтальная ось бланк-сетки соответствует месяцам года. На левой вертикальной оси отмечают значения температур, отсчитываемых от нуля вверх и вниз (положительные и отрицательные температуры на 7 и 13 ча-

сов –  $t_7^{\circ}\text{C}$  и  $t_{13}^{\circ}\text{C}$ ). На правой вертикальной оси отмечаются значения относительной влажности, отсчитываемой от нуля вверх ( $\phi$ , %), и значения скорости ветра, отсчитываемой от нуля вниз ( $v$ , м/с).

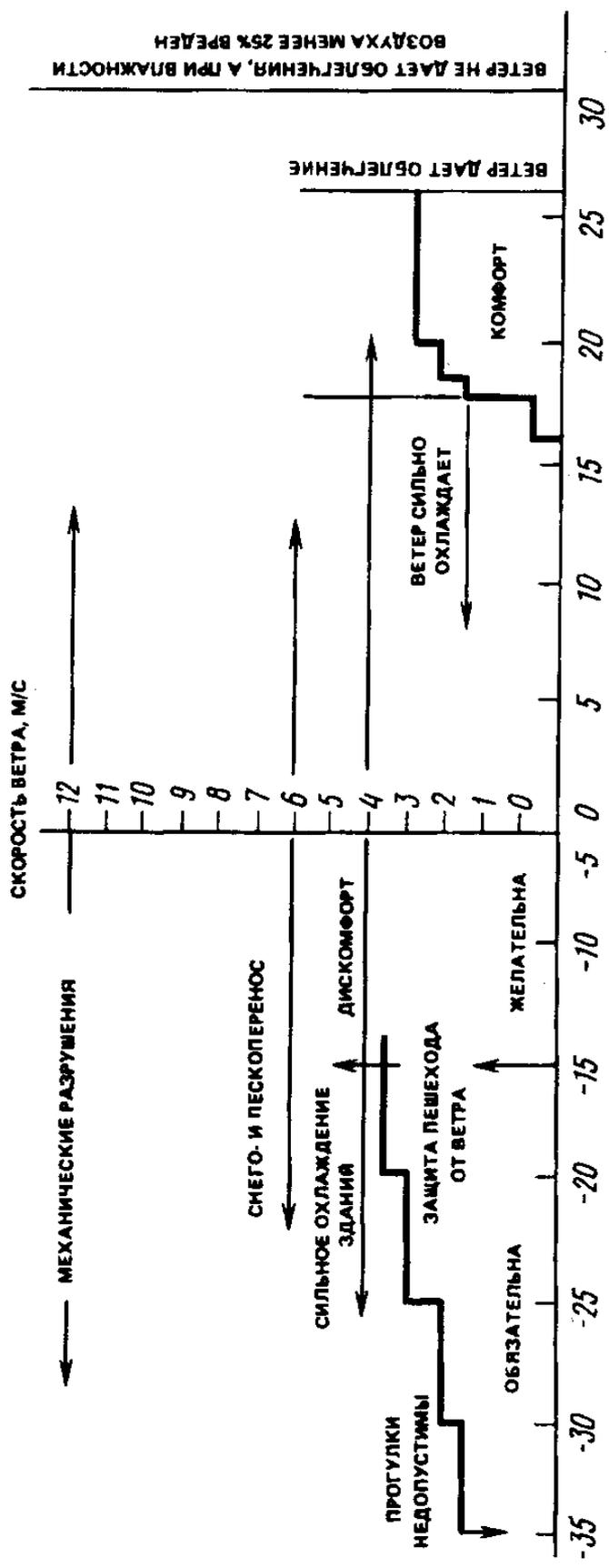
Для удобства запись значений  $t_7^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{13}^{\circ}\text{C}$ ,  $\phi$ , % и  $v$ , м/с, можно вести в табличной форме (табл.2). После нанесения числовых значений климатических характеристик выявляют и отмечают неблагоприятные месяцы года при воздействии на человека: сочетание отрицательных температур и высокой влажности (более 70%) и температур, близких к нулю, с любой скоростью ветра. Выявляют также наиболее жаркий период лета со среднемесячной температурой выше  $21^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность неблагоприятных воздействий в дальнейшем учитывают при разработке архитектурных и конструктивно-типологических особенностей зданий и территорий застройки.

Т а б л и ц а 2

Значение климатических элементов (г. Пенза)

Месяцы года	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Наименование климатических элементов												
Среднемесячная температура $t_{cp}$ (прил.1)	-12,2	-11,3	-5,6	4,9	13,5	17,6	19,6	18,0	11,9	4,4	-2,9	-9,1
Амплитуда температурных колебаний $A_{cp}$ (прил.2)	6,6	7,3	7,8	8,9	11,2	11,4	10,9	10,8	9,9	6,6	5,6	5,8
Температура на 7 часов $t^{\circ}_7 = t^{\circ}C_{расч} + 0,5A_{cp}$	-15,5	-14,9	-9,5	0,5	7,9	11,9	14,2	12,6	6,6	1,1	-5,27	-12,0
Температура на 13 часов $t^{\circ}_{13} = t^{\circ}C_{cp} - 0,5A_{cp}$	-7,8	-7,7	-1,7	9,3	19,1	23,3	25,0	23,4	16,8	7,7	-5,7	-6,2
Относительная влажность воздуха $\phi$ , %	86	83	80	70	60	61	66	68	70	79	84	87
Средняя скорость ветра за январь и июль, $v$ янв., м/с, $v$ июль, м/с (прил.6)	5,6						4,8					

На следующем этапе по месяцам проводят анализ влияния ветра и температуры воздуха на жилую среду и человека для зимнего и летнего периодов года (рис.3).



### Среднемесячная температура воздуха

Рис. 3. График воздействия ветра и температуры воздуха на жилую среду и человека

Этот анализ позволяет выявить ряд требований к зданиям и застройке в зависимости от адаптации человека к климату местности и сезону года.

Наиболее полную характеристику ветрового режима местности дает так называемая "роза ветров".

"Роза ветров" – это графическое изображение скорости, м/с, и повторяемости, %, ветра в определенный период года для данной местности по восьми направлениям сторон света (румбам) — основным и промежуточным (С, С-В, В, Ю-В, Ю, Ю-З, З, С-З). Сведения о повторяемости и скорости ветра даны в прил. 4. «Розу ветров» строят графически на зимний (январь) и летний (июль) месяцы (рис.4).

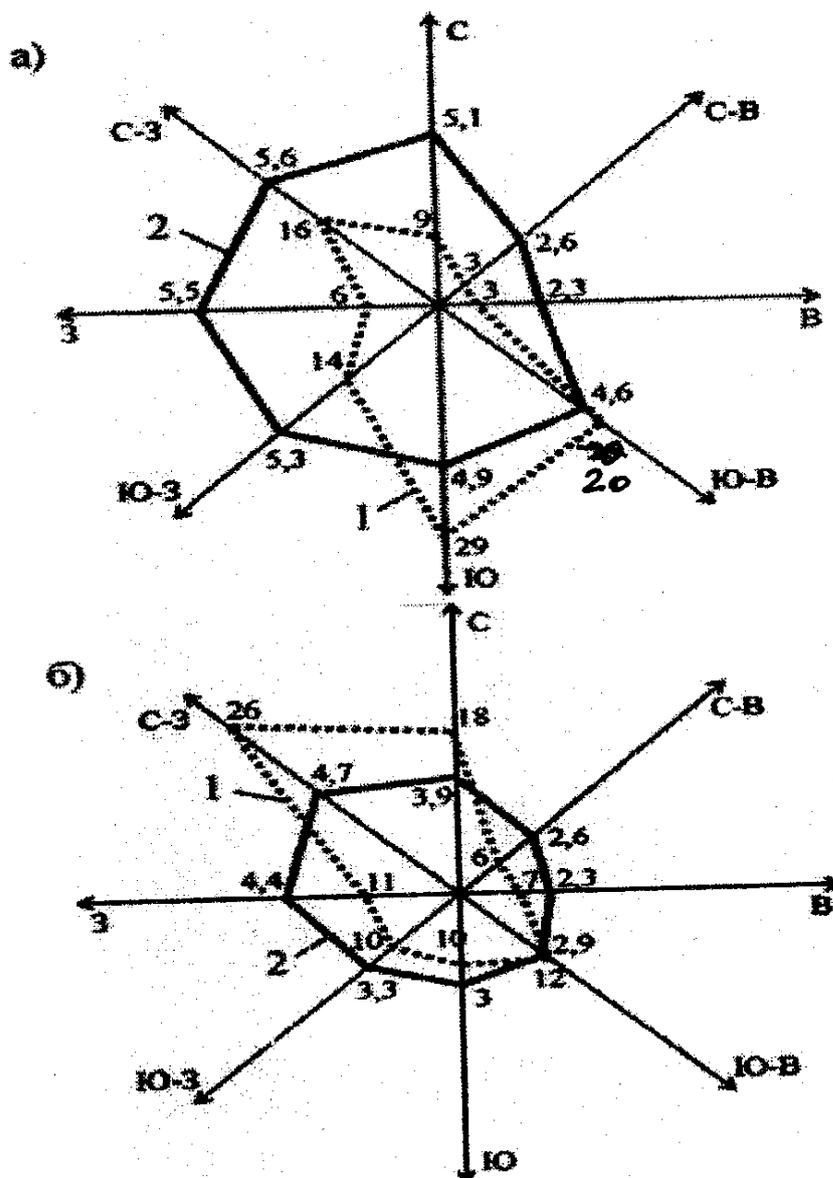


Рис. 4. «Розы ветров» для г.Пензы:  
 а) в зимний период (январь); б) в летний период (июль);  
 1 – повторяемость ветра по румбам, %;  
 2 – средняя скорость ветра, м/с

«Розу ветров» учитывают при разработке генеральных планов населённых мест или отдельных участков застройки, при расчётах аэрации зданий и территорий, воздухопроницаемости ограждающих конструкций, защите зданий от переохлаждения и др.

**Определение преобладающего типа погоды.** В зависимости от различных сочетаний среднемесячных значений температуры воздуха, влажности и скорости ветра можно установить тип погоды для каждого месяца года. Всего установлено 7 типов погоды: жаркая, сухая, теплая, комфортная, прохладная, холодная и суровая. Тип погоды устанавливается по общепринятой классификации, согласно табл. 3 и рис.5.

Т а б л и ц а 3

Классификация типов погоды  
и соответствующие режимы эксплуатации жилища

№ п/п	Тип погоды	Режим эксплуатации жилища	Среднемесячная температура воздуха, °С	Средняя относительная влажность воздуха, %	Средняя скорость ветра, м/с
1	2	3	4	5	6
1.	Жаркая (сильный перегрев при нормальной и высокой влажности)	Изолированный. Затенение, аэрация, компактное объемно-планировочное решение зданий полное кондиционирование воздуха, побудительная вытяжная вентиляция, воздухопроницаемость V теплозащита ограждений	40 и выше 32 и выше 25 и выше	24 и менее 25...49 50 и более	- - -
2.	Сухая жаркая (сильный перегрев при низкой влажности)	Закрытый. Затенение, защита от пыльных ветров, искусственное охлаждение помещений без снижения влагосодержания, воздухопроницаемость, теплозащита ограждений	32...39,9	24 и менее	-
3.	Теплая (перегрев)	Полуоткрытый. Затенение и аэрация, сквозное (угловое и вертикальное) проветривание квартир, лоджии и веранды, механические вентиляторы-фены, трансформация ограждений	24...27.9 20...24.9 24...31.9 28...31.9	50...74 75 и более 24 и менее 25...49	- - - -

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
4.	Комфортная (тепловой комфорт)	Открытый. Отсутствие климатозащитной функции архитектуры, типичны лоджии, веранды	12...23.9 12...23,9 12...27.9 12...19.9	24 и менее 50...74 25...49 75 и более	- - -
5.	Прохладная	Полуоткрытый. Защита от ветра, ориентация на солнце, отопление малой мощности, трансформация и необходимая воздухопроницаемость ограждений	4-12	-	0 и более
6.	Холодная (охлаждение)	Закрытый. Защита от ветра, ориентация на солнце, компактно объемно-планировочное решение, закрытые лестницы, шкафы для верхней одежды, центральное отопление средней мощности, вытяжная канальная вентиляция, воздухо непроницаемость и теплозащита ограждений	-35,9...+4 -27,9...+4 -19,9...+4 -11,9...+4	- - - -	1,9 и менее 2...4,9 5...9,9 10 и более
7.	Суровая (сильное охлаждение)	Изолированный. Переходы между жилищем и сетью первичного обслуживания, максимальная компактность зданий, отопление большой мощности, искусственная приточная вентиляция с обогревом и увлажнением воздуха, высокие воздухо непроницаемость и теплозащита зданий, двойной тамбур, шкафы для верхней одежды	-36 и ниже -28 и ниже -20 и ниже -12 и ниже	- - - -	1,9 и менее 2...4,9 5...9,9 10 и более

П р и м е ч а н и е . В качестве минимальной продолжительности типа погоды, определяющего режим эксплуатации жилища, принят 1 месяц.

		Относительная влажность воздуха в %				
		0-24	25-49	50-74	75-100	
Температура в градусах Цельсия	Верхний предел	Нижний предел				
	47,9	44,0				
	43,9	40,0				
	39,9	36,0				
	35,9	32,0				
	31,9	28,0				
	27,9	24,0				
	23,9	20,0				
	19,9	16,0				
	15,9	12,0				
	11,9	8,0				
	7,9	4,0				
	3,9	0,0				
	-0,1	-3,9				
			Скорость ветра в м/с			
		0-1,9	2-4,9	5-9,9	10-и более	
	-4,0 -11,9					
	-12,0 -19,9					
	-20,0 -27,9					
	-28,0 -35,9					
	-36,0 -47,9					
	-48,0 -59,9					
	-60,0 -71,9					

Типы погоды			
	ЖАРКАЯ		ПРОХЛАДНАЯ
	СУХАЯ		ХОЛОДНАЯ
	ТЕПЛАЯ <small>(засуш-)</small>		СУРОВАЯ
	КОМФОРТНАЯ		

Рис. 5. Классификация погодных условий

Запись погодной классификации определенной местности за год обычно оформляют в табличной форме по образцу (табл. 4).

Итоговая запись в виде подсчета количества однотипных погодных условий наглядно выявляет преобладающий тип погоды в течение года. Так, по данным табл. 4 это составляет 12Х, 5П, 1Т, 6К, что свидетельствует о холодном преобладающем типе погоды.

По преобладающему типу погоды должен быть принят соответствующий режим эксплуатации здания, т.е. его типологические особенности объемно-планировочного и конструктивного решения, систем отопления, вентиляции и др. Режимы эксплуатации зданий в зависимости от преобладающего типа приведены в табл. 3.

Комплексная оценка сторон горизонта местности завершает составление климатического паспорта.

Т а б л и ц а 4

Запись типов погоды

Город	Время суток	Типы погоды по месяцам года											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Пенза	7 часов	Х	Х	Х	Х	П	П	К	К	П	Х	Х	Х
	13 часов	Х	Х	Х	П	К	К	Т	К	К	П	Х	Х

П р и м е ч а н и е . с – суровая; х – холодная; п – прохладная; т – теплая; к – комфортная; ж – жаркая.

Для комплексной оценки делают построение круговой диаграммы, на которой в виде секторов отмечают зоны по ориентации: запрещенные, нежелательные, неблагоприятные и благоприятные по ряду климатических факторов (рис. 6).

Так, для оценки сторон горизонта по условиям ветроохлаждения в зимний период, используя "розу ветров", определяют сектор с максимальным значением скорости и наибольшей повторяемостью ветра. На круговой диаграмме эти направления представлены как нежелательные для ориентации фасадов зданий. При оценке сторон горизонта на случай возможного перегрева зданий нежелательна ориентация фасадов на юго-запад и запад. Это особенно нежелательно для районов строительства, имеющих в летнее время среднемесячную температуру воздуха более 21°C. Сектор, находящийся в пределах с-з, с, с-в недопустим по условиям инсоляции.

На основе итоговой оценки климата местности по комплексу климатических факторов делают общие выводы, связывающие климатические характеристики с решением планировочных, конструктивных и градостроительных задач.

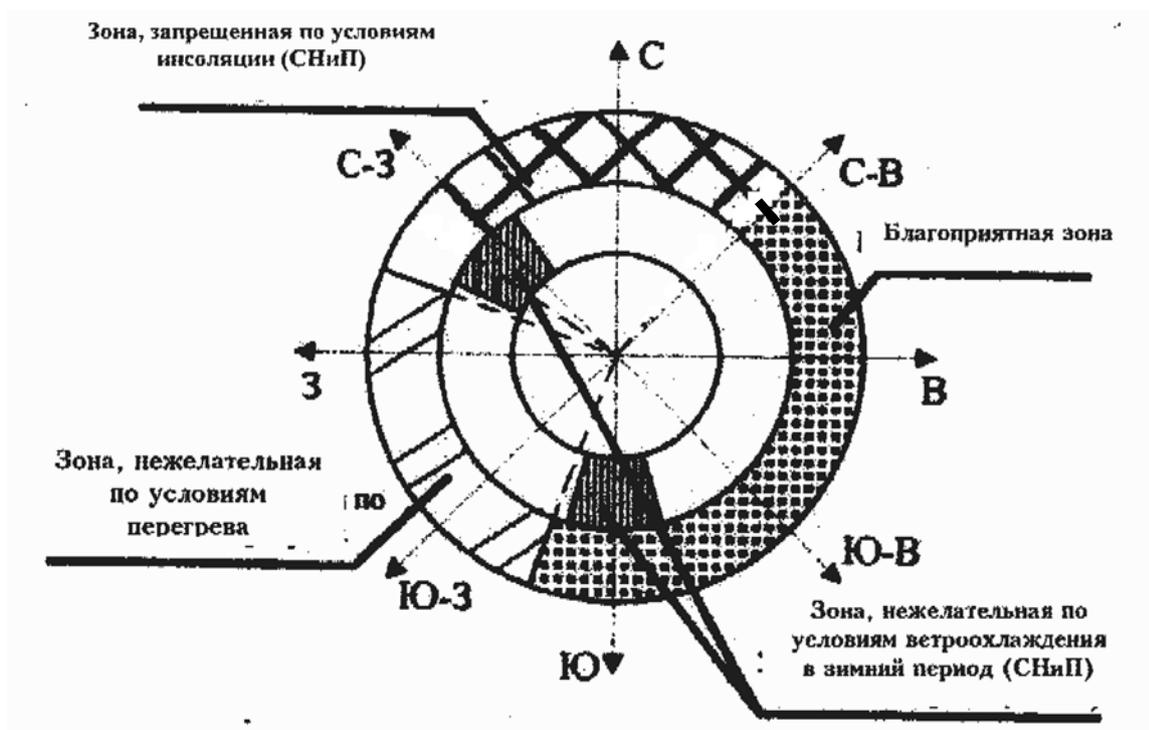


Рис. 6. Оценка сторон горизонта по комплексу климатических факторов

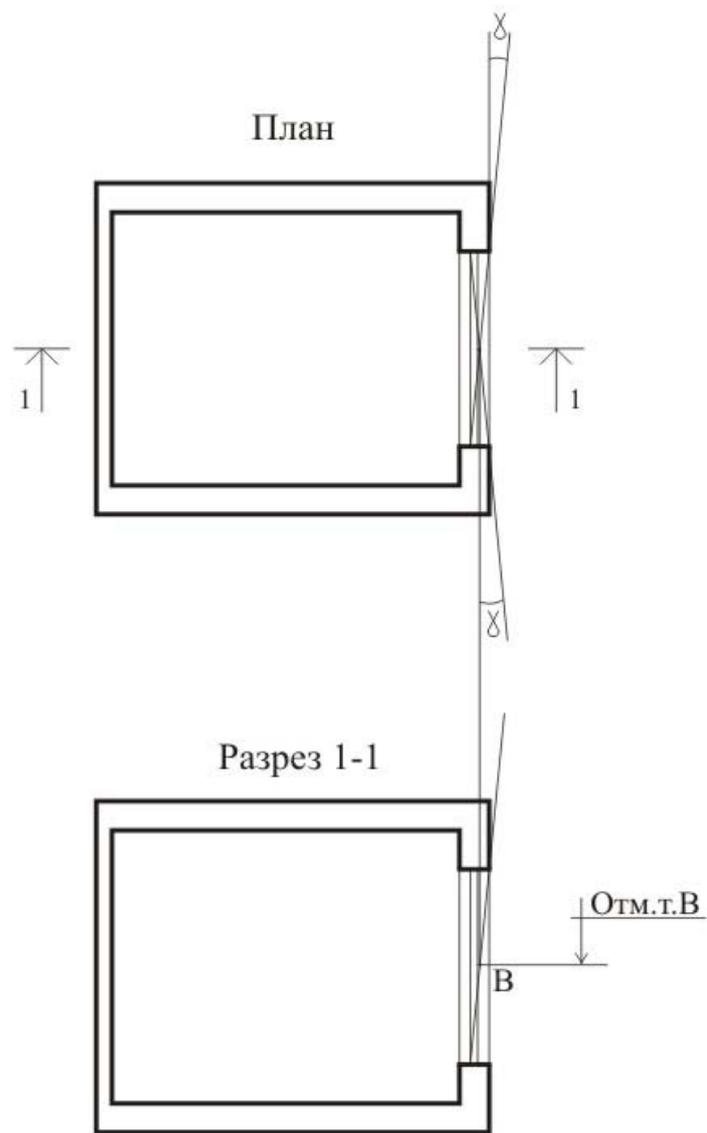
### Упражнение 2.

**Определить продолжительность инсоляции помещения и дать заключение о соответствии действительного времени инсоляции нормируемому.**

#### Решение.

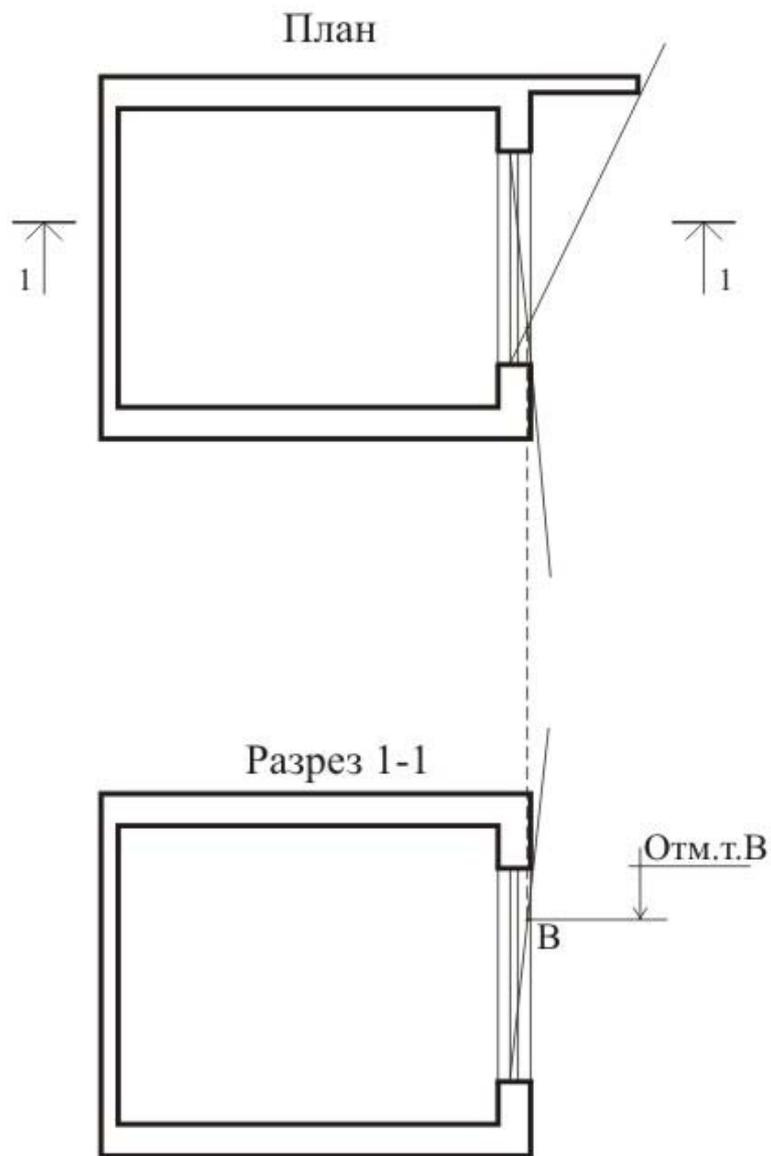
1. Вычерчивается на кальке в масштабе высот инсографика план исследуемого здания и окружающей его застройки, расположенной с восточной, южной и западной сторон. Количество этажей исследуемого здания и высоты сооружений, окружающих его, принимается в соответствии с проектным заданием.

2. На плане и вертикальном разрезе помещения определяют горизонтальные и вертикальные инсоляционные углы светопроёма и расчётную точку «В» помещения в плане (рис. 8, 9, 10).



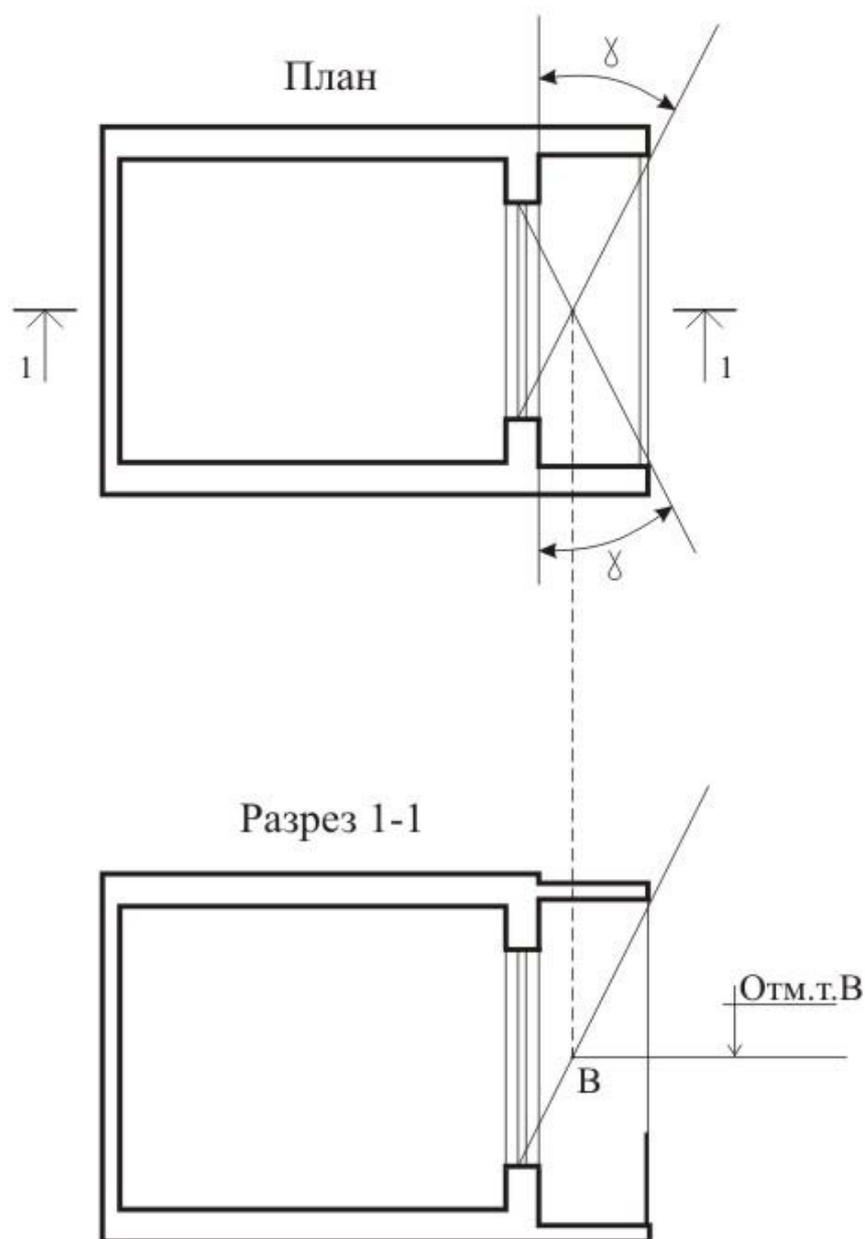
$\gamma$  - горизонтальный угол затенения светопроема

Рис. 8. Схема определения расчетной точки для окна



$\chi$  - горизонтальный угол затенения светопроема

Рис.9. Схема определения расчётной точки для окна с примыкающей стеной



$\gamma$  - горизонтальный угол затенения светопроема

Рис. 10. Схема определения расчётной точки для окна с лоджией

3. Определяется продолжительность инсоляции расчётной точки помещения, расположенной по середине фасада изучаемого здания. Для этого инсографик накладывают на фрагмент участка застройки так, чтобы его центральная точка совпадала с расчётной точкой на фасаде здания, а полуденная часовая линия была расположена по линии меридиана (рис. 11).

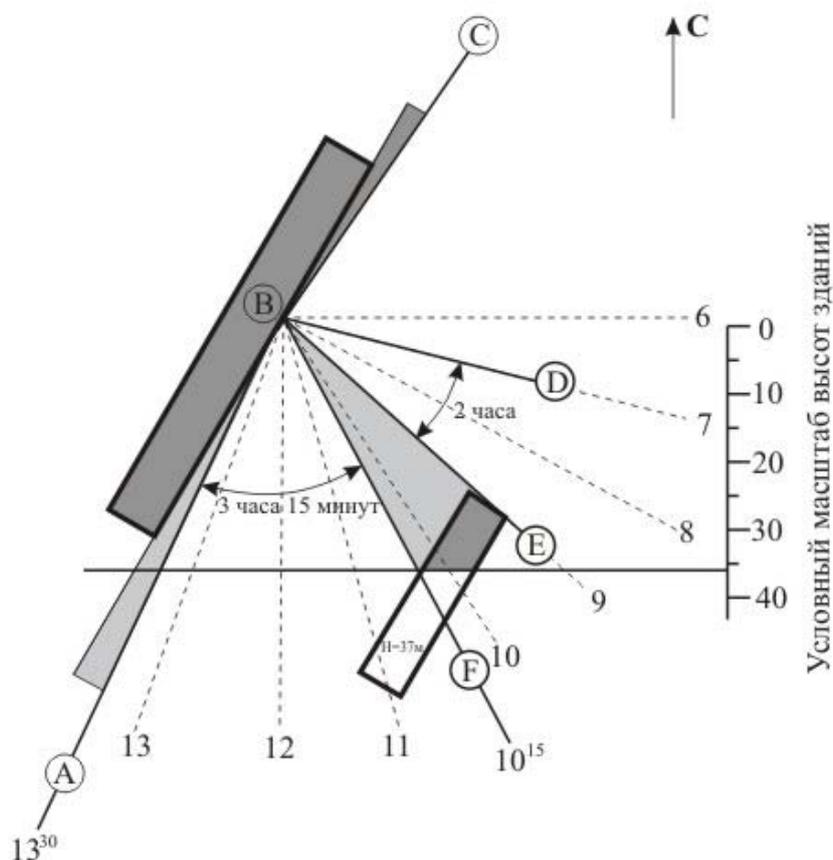


Рис. 11. Схема определения продолжительности инсоляции помещения (точка В)

4. Отмечают расчетную высоту противостоящего здания по условному масштабу высот здания на инсоляционном графике.

5. Определяется продолжительность затенения расчетной точки помещения по числу пересеченных часовых линий всем зданием или его частью, расположенной между линией расчётной высоты здания и параллельной ей линией, проходящей через исследуемую точку в пределах горизонтального инсоляционного угла светопроёма.

Продолжительность инсоляции расчетной точки или помещения определяется по числу непересеченных часовых линий. Для наглядности на рис.11 показана только одна горизонталь 37, соответствующая превышению затеняющего здания над расчетной точкой.

Согласно рис.11, значительная часть здания (отмеченная штриховкой) оказывается севернее горизонтали 37 и, следовательно, пересекает лучевые линии, создавая частичное затенение расчетной точки.

Исходя из этих условий, определяется инсоляционный режим точки В. При отсутствии здания I точка В освещалась бы Солнцем с 7 до 13 ч 30 мин,

т.е. непрерывно в течение 6 ч 30 мин. Здание I сокращает общую продолжительность инсоляции точки и делит общий ее период на два: первый с 7 до 9 ч, а второй будет продолжаться с 10 ч 15 мин до 13 ч 30 мин. Общая продолжительность инсоляции расчетной точки составляет 5 часов 15 минут. При этом учитывается, что для районов южнее  $58^{\circ}$  с.ш. в течение первого часа после восхода солнца и последнего часа перед его заходом инсоляция из-за малой ее эффективности не учитывается (для районов севернее  $58^{\circ}$  с.ш. не учитывается 1,5 часа).

Согласно действующим санитарным нормам, такая продолжительность инсоляции больше нормируемого значения, т.е. 5 ч 15 мин  $>$  2 ч. Поэтому если здание I является проектируемым, то расстояние между строениями можно сократить, а также увеличить высоту затеняющего здания. Это особенно актуально при реконструкции жилой застройки, расположенной в центральной, исторической зоне города. При этом необходимо учитывать и градостроительные нормы, по которым возможное расстояние между строениями не должно превышать суммы высот противостоящих зданий.

Допускается превышение продолжительности инсоляции, если она носит прерывистый периодический характер, при котором один из периодов составляет не менее 1,0 часа. При этом продолжительность нормируемой инсоляции увеличивают на 0,5 часа соответственно для каждой зоны.

Допускается также снижение продолжительности инсоляции на 0,5 часа для северной и центральной зоны в двухкомнатных и трёхкомнатных квартирах, где инсолируется не менее двух комнат и в многокомнатных квартирах (четыре и более комнаты), где инсолируется не менее трех комнат. Снижение продолжительности инсоляции допускается также при реконструкции зданий и жилой застройки.

### **Упражнение 3.**

**Построить конверт теней от исследуемого здания с целью определения продолжительности инсоляции участка застройки.**

Продолжительность инсоляции участка можно определить для расчётной точки способом, описанным выше, либо построить конверт теней от исследуемого здания.

При расчёте продолжительности инсоляции территории участка принимается расчётная точка, которая расположена в центре инсолируемой половины участков территории.

На территориях детских игровых площадок, спортивных площадок жилых домов, групповых площадок дошкольных учреждений, спортивной зоны, зоны отдыха общеобразовательных школ и школ-интернатов продолжительность инсоляции в этой расчётной точке должна составлять не менее 3 часов на 50 % площади участка независимо от географической широты.



#### Упражнение 4.

Определить толщину утепляющего слоя для наружной стены жилого дома.

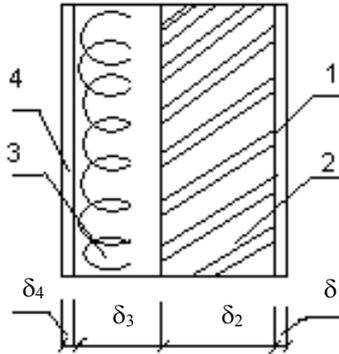


Рис.13. К примеру определения толщины утепляющего слоя наружной стены

#### Решение.

##### Исходные данные:

1. Гипсокартон  $\delta_1 = 0,02$  м;  $\gamma_0 = 800$  кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda_A = 0,19 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$  (условия эксплуатации А);
2. Кирпичная кладка;  $\delta_2 = 0,51$  м;  $\gamma_0 = 1800$  кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda_A = 0,70 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$ ;
3. Жёсткие минеральные плиты  $\delta_{\text{ут}} = ?$  м;  $\gamma_0 = 50$  кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda_A = 0,052 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$ ;
4. Цементно-песчаная штукатурка  $\delta_4 = 0,02$  м;  $\gamma_0 = 1800$  кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda_A = 0,76 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

##### Климатические данные (г.Пенза)

1. Температура воздуха внутри помещения  $t_{\text{int}} = 20^\circ\text{C}$  (жилая комната);
2. Расчётная температура наружного воздуха  $t_{\text{ext}} = -29^\circ\text{C}$  – температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92;
3. Средняя температура воздуха со среднесуточной температурой воздуха не более  $8^\circ\text{C}$   $t_{\text{ht}} = -4,5^\circ\text{C}$ ;
4. Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха не более  $8^\circ\text{C}$   $Z_{\text{ht}} = 207$  суток;
5. Коэффициенты теплоотдачи  $\alpha_{\text{int}} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$ ;  $\alpha_{\text{ext}} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

##### Порядок расчёта.

1. Определяем толщину утепляющего слоя исходя из требований энергосбережения (показатель «а» теплозащиты зданий) при условии  $R_0^{\text{расч}} = R_{\text{рег}}^{\text{пр}}$ .

$R_0^{\text{расч}}$  составит

$$R_0^{\text{расч}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,19} + \frac{0,51}{0,70} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,052} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Значение  $R_{\text{рег}}^{\text{пр.}}$  находим, предварительно определив градусо-сутки отопительного периода:

$$D_d = (20+4,5) \cdot 207 = 5071,5, \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

Для значения  $D_d = 5071,5$  приведённое значение конструкции стены составит

$$R_{\text{рег}} = 0,0075 \cdot D_d + 1,4 = 3,8 + 1,4 = 5,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Приравнявая значения  $R_0^{\text{расч}}$  и  $R_{\text{рег}}^{\text{пр.}}$ , т.е.

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,19} + \frac{0,51}{0,70} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,052} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} = 5,2,$$

находим  $\delta_{\text{ут}}$  по условиям энергосбережения

$$\delta_{\text{ут}} = \left( 5,2 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,19} - \frac{0,51}{0,70} - \frac{0,02}{0,76} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,052 = 0,216 \text{ м.}$$

Округляем полученное до значения  $\delta_{\text{ут}} = 0,22 \text{ м} = 220 \text{ мм}$ .

2. Находим толщину утепляющего слоя, исходя из санитарно-гигиенических требований (показатель «б») теплозащиты зданий), при условии  $R_0^{\text{расч}} = R_{\text{рег}}^{\text{пр.}}$ .

Значение  $R_{\text{рег}}$  составляет

$$R_{\text{рег}} = \frac{1(20+29)}{4 \cdot 8,7} = 1,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Приравнявая значение  $R_0^{\text{расч}}$  и  $R_{\text{рег}}$ , т.е.

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,19} + \frac{0,51}{0,70} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,052} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} = 1,4,$$

находим  $\delta_{\text{ут}}$  по санитарно-гигиеническим требованиям:

$$\delta_{\text{ут}} = \left( 1,4 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,19} - \frac{0,51}{0,70} - \frac{0,02}{0,76} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,052 = 0,050 \text{ м} = 50 \text{ мм.}$$

В окончательном варианте принимаем толщину утепляющего слоя по условиям «а» теплозащиты зданий, т.е.  $\delta_{ут} = 0,22 \text{ м} = 220 \text{ мм}$ .

Принятое конструктивное решение ограждения должно исключить возможность образования конденсата влаги на её внутренней поверхности и не допускать превышения нормируемого температурного перепада между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающей конструкции.

## 4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

1. Запроектировать наружную стену жилого здания и определить возможность выпадения конденсата в ее толще.
2. Запроектировать слоистую конструкцию наружной стены и определить общее сопротивление теплопередаче для нее для заданных климатических условий.
3. Запроектировать два варианта наружной стены (однослойную и слоистую) для зимней температуры  $-29^{\circ}\text{C}$ , построить графики распределения температур в толще и сделать вывод.
4. Используя инсографик Дунаева, построить «конверт теней» от 5-этажного 2-секционного жилого дома, с высотой этажа 3 метра, меридиональной ориентации.
5. Построить «розу ветров» для зимнего и летнего периодов года, выбрав город в РФ самостоятельно.
6. Определить индекс изоляции воздушного шума ограждающей конструкции с известной частотной характеристикой.
7. Определить кратность воздухообмена в помещении ( $6 \times 12 \times 3,3$ ) при площади «живого сечения»  $F=0,3\text{м}$  и скорости воздушного потока 2 м/с.
8. Дать рекомендации по выбору режима эксплуатации жилища для прохладного типа погоды.
9. Дать оценку сторон горизонта по комплексу климатических факторов по типовой диаграмме, самостоятельно выбрав город.
10. Проверить инсоляцию – в точке, расположенной на наружной стене здания на высоте 0,8 м. Здание имеет меридиональную ориентацию. Соседнее здание высотой 25 м, шириной – 15 м, длиной 72 м расположено параллельно исследуемому на расстоянии 30 м.

## 5. ТВОРЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Подобрать тип жилой секции для заданной ориентации по сторонам горизонта.
2. Запроектировать конструкцию наружной стены жилого дома для заданных климатических условий, исходя из требований энергосбережения.
3. Подобрать материал утеплителя наружной стены, учитывая вариант наружного отделочного слоя.
4. Расположить на участке 3-секционный 10-этажный жилой дом с учетом заданного преобладающего направления ветра.
5. Определить условия эксплуатации при заданном варианте наружной стены для определения теплотехнических характеристик материалов, из которых она выполнена.
6. Определить значение  $E$  (максимальной упругости водяного пара) в зависимости от известного значения  $\tau$  (температуры в толще наружного ограждения).
7. Запроектировать конструкцию междуэтажного перекрытия с учетом требований звукоизоляции.
8. Запроектировать варианты перегородок: межкомнатной и межквартирной.
9. Запроектировать наружную стену жилого здания с учетом градостроительной ситуации.
10. Проверить инсоляцию заданного участка застройки в жилом микрорайоне.

## 6. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Задания по самостоятельной работе выполняются на листах формата А-4 рукописным шрифтом с графическим выполнением схем и графиков.

Каждое задание должно содержать исходные данные и определяемые параметры со ссылкой на нормативные источники, по которым определялся каждый параметр.

Каждый параметр используемой формулы должен иметь пояснение.

Схемы и графики должны выполняться с соблюдением масштабов. Масштаб выбирается студентом самостоятельно, но должен быть достаточным для хорошего и ясного просмотра рисунка.

Текст работы должен излагаться доступным языком, с использованием нормативной терминологии и символов. В конце каждого задания делаются выводы и даются рекомендации.

## 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

Задания по самостоятельной работе должны быть выполнены строго по заявленному заданию.

Выполненные задания оцениваются по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

К общим критериям оценки самостоятельно выполненных заданий относятся:

- творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах;
- уровень овладения методикой расчета;
- правильность выполнения, практическая направленность;
- соблюдение всех требований к оформлению заданий работы и сроков выполнения.

На **«отлично»** может быть оценено выполненное задание при:

- соответствии содержания заявленному заданию;
- глубоком и полном раскрытии вопросов теоретической и практической части работы;
- отсутствии ошибок, неточностей, несоответствий в изложении теоретических и практических разделов;
- глубоком и полном анализе результатов работы, постановке верных выводов, указании их практического применения;
- высоком качестве оформления;
- представлении задания в указанные руководителем сроки;
- уверенной защите выполненного задания.

На **«хорошо»** может быть оценено задание при:

- соответствии содержания заявленному заданию;
- наличии небольших неточностей в изложении вопросов теоретической или практической частей разделов, исправленных самим студентом в ходе защиты;
- отсутствии ошибок, неточностей, несоответствий в изложении теоретических и практических разделов;
- глубоком и полном анализе результатов, постановке верных выводов, указании их практического применения;
- хорошем качестве оформления задания;
- представлении выполненного задания в указанные руководителем сроки.

На **«удовлетворительно»** может быть оценено выполненное задание при:

- соответствии содержания заявленному заданию;
- недостаточно полном раскрытии вопросов теоретической или практической части;
- наличии ошибок и неточностей в изложении теоретического или практического разделов задания, исправленных самим обучающимся в ходе защиты;
- недостаточно глубоком и полном анализе результатов;
- небрежном оформлении задания;
- представлении выполненного задания в поздние сроки;
- обнаружении ошибок и неточностей в ходе защиты задания.

На **«неудовлетворительно»** может быть оценено выполненное задание при:

- несоответствии содержания заявленному заданию;
- нераскрытии вопросов теоретической или практической части;
- наличии грубых ошибок в изложении теоретического и практического разделов;
- отсутствии анализа результатов выполненного задания;
- низком качестве оформления задания;
- представлении выполненного задания в поздние сроки;
- обнаружении грубых ошибок в ходе защиты задания.

## 8. СИСТЕМА ТРЕНИНГА И САМОПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

### Тестовые задания по архитектурной физике

1. Что является критерием оценки естественной освещенности в помещении:

- а) освещенность поверхности;
- б) яркость поверхности;
- в) коэффициент естественной освещенности.\*

2. Основные законы естественного света:

- а) законы отражения и рассеивания света;
- б) законы проекции телесного угла и светотехнического подобия;\*
- в) законы яркости свечения источника света и яркости световой среды.

3. Основные характеристики звука, имеющие между собой определенную зависимость:

- а) длина волны, период колебаний, температура;
- б) скорость, температура, давление;
- в) частота колебаний, скорость, длина волны.\*

4. Чем характеризуется процесс звукопоглощения:

- а) поглощением поверхностью звуковой энергии;\*
- б) отражением поверхностью звуковой энергии;
- в) рассеиванием звуковой энергии.

5. Когда различается эхо в помещении:

а) если разница во времени прихода прямого и отраженного звуков составляет более 0,05 с;\*

б) если разница во времени прихода прямого и отраженного звуков составляет более 0,5 с;

в) если разница во времени прихода прямого и отраженного звуков составляет более 0,17 с;

6. Какими конструктивными приемами пользуются для устранения эха в зрительном зале:

- а) увеличение длины зала;
- б) увеличение ширины зала;
- в) устройство скошенных потолков и стен.\*

7. По какому критерию оценивают качество акустики в зрительном зале:

- а) по слоговой артикуляции;
- б) по диффузности звукового поля;
- в) по времени реверберации \*

8. От чего зависит время реверберации:

- а) от качества и вида отделки помещения;
- б) от формы подвесного потолка;
- в) от объема помещения и звукопоглощающей способности поверхностей.\*

9. Единица измерения звукового давления:

- а) Па (Паскаль);
- б) дБ (децибелл);\*
- в) Гц (Герц).

10. Средний уровень звукового давления в залах и помещениях:

- а) 60;\*
- б) 70;
- в) 50.

11. Частоты, на которых выполняют расчет по определению времени реверберации в помещении:

- а) 125, 250, 500 и 2000 Гц;
- б) 125, 500, 2000 и 4000 Гц; \*
- в) 125, 250, 500 и 1000 Гц;

12. При подсчете эквивалентной площади звукопоглощения в зрительных залах учитывают:

- а) звукопоглощение всеми поверхностями, всеми людьми, при этом добавочное звукопоглощение не вводится;
- б) звукопоглощение поверхностями, людьми, свободными креслами, при этом учитывается добавочное звукопоглощение;\*
- в) звукопоглощение поверхностями, людьми, свободными креслами, при этом не учитывается добавочное звукопоглощение.

13. Звучание в помещении будет чрезмерно громким, если расчетный график времени реверберации будет располагаться:

- а) ниже диапазона нормального звучания;
- б) попадать в диапазон нормального звучания;
- в) выше диапазона нормального звучания.\*

14. Какие виды шумов различают в строительной физике:

- а) уличные, бытовые, от инженерного оборудования;
- б) городские, внутриквартирные, от инженерного оборудования;
- в) воздушные, ударные, структурные.\*

15. Как определить индекс изоляции воздушного шума  $R_w$  однослойной массивной ограждающей конструкции с известной частотной характеристикой:

а) путем сравнения частотной характеристики изоляции воздушного шума ограждающей конструкции с оценочной кривой, при этом сумма неблагоприятных отклонений должна составлять 32 дБ, но не превышать эту величину; \*

б) путем сравнения частотной характеристики изоляции воздушного шума ограждающей конструкции с оценочной кривой, при этом сумма неблагоприятных отклонений должна составлять более 32 дБ;

в) путем сравнения частотной характеристики изоляции воздушного шума ограждающей конструкции с оценочной кривой, при этом сумма неблагоприятных отклонений не учитывается;

16. Где находится зона неблагоприятных отклонений изоляции воздушного шума однослойной массивной ограждающей конструкции:

а) вниз от частотной характеристики изоляции воздушного шума ограждающей конструкции;

б) вверх от оценочной кривой изоляции воздушного шума;

в) вниз от оценочной кривой изоляции воздушного шума. \*

17. Координаты какой точки кривой АВСД нужно вычислить при построении частотной характеристики изоляции воздушного шума однослойной массивной ограждающей конструкции

а) А; б) С; в) В.\*

18. Какие поверхности обладают лучшим звуко рассеивающим свойством:

а) выпуклые; \* б) плоские; в) вогнутые.

19. Ограждающая конструкция удовлетворяет требованиям звукоизоляции, если выполняются условия:

а)  $R_w^H \leq R_w^{\text{расч}}$  ;  $L_w^H \geq L_w^{\text{расч}}$  \*

б)  $R_w^H \geq R_w^{\text{расч}}$  ;  $L_w^H \leq L_w^{\text{расч}}$  ;

в)  $R_w^H = R_w^{\text{расч}}$  ;  $L_w^H = L_w^{\text{расч}}$  .

20. Частота, на которой определяются индексы звукоизоляции:

а) 250 Гц;

б) 500 Гц; \*

в) 1000 Гц.

21/ Нормируемые параметры звукоизоляции:

- а) коэффициент звукопоглощения и время реверберации;
- б) индекс изоляции воздушного шума и индекс приведенного уровня ударного шума\*;
- в) частотная характеристика ограждающей конструкции.

22. Основные октавные частоты:

- а) 100; 200; 400; 800; 1600; 3200 Гц.
- б) 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400 Гц.
- в) 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц\*.

23. Оптимальная звукоизолирующая способность стены , расположенной между квартирами:

- а) 47дБ;
- б) 52 дБ\*;
- в) 60 дБ.

24. По каким характеристикам определяется индекс приведенного уровня ударного шума междуэтажного перекрытия с полами на упругом основании:

- а) по частоте собственных колебаний пола\*;
- б) по динамическому модулю упругости звукоизоляционного материала;
- в) по величине относительного сжатия упругого основания под действием полезной нагрузки.

25.Оптимальный уровень ударного шума под междуэтажной плитой перекрытия в жилом помещении:

- а) 55 дБ;
- б) 60 дБ\*;
- в) 65 дБ.

26. Параметры, характеризующие внутренний режим помещения:

- а) температура и абсолютная влажность воздуха;
- б) температура и относительная влажность воздуха\*;
- в) относительная и абсолютная влажности воздуха.

27. Какая физическая величина характеризуется степенью насыщения воздуха водяным паром:

- а) абсолютная влажность;
- б) парциальное давление;
- в) относительная влажность воздуха\*.

28. Какое давление соответствует полному насыщению воздуха водяным паром:

- а) парциальное давление;
- б) максимальная упругость водяного пара\*;
- в) атмосферное давление.

29. Как называется температура, при которой наступает полное насыщение воздуха водяным паром:

- а) температурой насыщения;
- б) температурой точки росы\*;
- в) температурой влагопроницания.

30. Определите правильную зависимость:

а) чем выше температура воздуха, тем выше предельное парциальное давление;\*

б) по мере увеличения количества пара в воздухе, парциальное давление уменьшается;

в) чем выше максимальная упругость водяного пара в воздухе, тем выше его относительная влажность.

31. Условие образования конденсата на внутренней поверхности ограждающей конструкции:

а)  $E \geq e$ ;  $\varphi = 100\%$ ;

б)  $E \leq e$ ;  $\varphi = 100\%$ ;

в)  $E = e$ ;  $\varphi = 100\%$ \*

32. Какой температурный перепад, согласно санитарно-гигиенических норм, учитывают при определении тепловой защиты здания:

а) температурный перепад между температурой на внутренней и внешней поверхностях ограждающей конструкции;

б) температурный перепад между температурой внутри помещения и на внутренней поверхности ограждающей конструкции\*;

в) температурный перепад между температурой на внешней поверхности ограждающей конструкции и температурой наружного воздуха.

33. Какая температура наружного воздуха закладывается в теплотехнический расчет:

а) температура наиболее холодных суток;

б) температура наиболее холодных трех суток;

в) температура наиболее холодных пяти суток с обеспеченностью 0,92\*.

34. От теплотехнических качеств наружных ограждений зависят:

– теплотери зданиями в зимний период и температура на внутренней поверхности ограждающей конструкции \*;

– морозостойкость ограждающих конструкций и внешний вид наружной стены;

– несущая способность здания и постоянство температуры внутри помещения.

35. Наиболее эффективный вариант утепления наружных стен 5-9 этажных жилых домов:

- а) утепление изнутри;
- б) утепление в толще конструкции;
- в) утепление наружное.\*

36. Требуемое сопротивление теплопередаче по санитарно-гигиеническим нормам зависит от:

- а) климатических условий района строительства;
- б) зоны влажности района строительства;
- в) конструктивного решения наружного ограждения.

37. Термическое сопротивление ограждающей конструкции зависит:

- а) температуры наружного воздуха и объемного веса материала;
- б) толщины конструктивного слоя и коэффициента теплопроводности материала\*;
- в) нормативного температурного перепада между температурой внутри помещения и на внутренней поверхности наружной стены;

38. Коэффициент теплопроводности материала зависит:

- а) объемного веса материала и влажностного состояния материала конструкции\*;
- б) от количества температурных включений и температуры внутри помещения;
- в) температуры внутри помещения и объемного веса материала.

39. Градусо-сутки отопительного периода оказывают влияние на

- а) термическое сопротивление конструкции;
- б) общее сопротивление теплопередаче конструкции;
- в) нормируемое значение сопротивления теплопередаче.\*

40. Температура по толщине конструктивного слоя изменяется

- а) по линейному закону\*;
- б) по кривой наименьшего подъема;
- в) по параболической зависимости.

41. Деталь стены, наиболее подверженная переохлаждению в зимнее время:

- а) рядовой простенок;
- б) парапет;
- в) угловой простенок\*.

42. Какую температуру называют «температурой точки росы»:

- а) температуру, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе помещения, конденсируется на охлажденной поверхности \*;
- б) температуру, при которой вода превращается в пар;
- в) температуру, при которой вода превращается в лед.

43. От чего зависит угол наклона кривой температур в толще конструктивного слоя:

- а) от толщины конструктивного слоя материала;
- б) от коэффициента теплопроводности материала конструктивного слоя\*;
- в) от температуры наружного воздуха с обеспеченностью 0,92.

44. Из каких сопротивлений складывается общее сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции:

- а) из суммы термических сопротивлений конструктивных слоев;
- б) из суммы сопротивлений теплопередачи на противоположных поверхностях стены;
- в) из суммы сопротивлений теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, теплоотдачи наружной поверхности и термических сопротивлений конструктивных слоев\*.

45. Какая зависимость существует между термическим сопротивлением конструктивного слоя и коэффициентом теплопроводности материала:

- а) прямо-пропорциональная;
- б) обратно-пропорциональная\*;
- в) не зависит.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Викторова, О.Л. Строительная физика [Текст]: методические указания к самостоятельной работе студентов / О.Л. Викторова. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 16 с.
2. Викторова, О.Л. Строительная физика. Практические занятия [Текст]: учеб. пособие к практическим занятиям / О.Л. Викторова. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 96 с.
3. Викторова, О.Л. Основы строительной физики (курс лекций) [Текст]: учеб. пособие / О.Л. Викторова, О.В. Карпова. – Пенза: ПГУАС, 2005.
4. Гречишкин, А.В. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций зданий / А.В. Гречишкин, О.Л. Викторова, С.В. Зворыгина. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 86 с.
5. Разживин, В.М. Проектирование залов с естественной акустикой [Текст]: учеб. пособие / В.М. Разживин, О.Л. Викторова, Л.Н. Петрянина. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 74 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	5
2. ТЕКСТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ И ПРИМЕРЫ ИХ ИСПОЛНЕНИЯ .....	7
3. УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ АУДИТОРНОЙ И ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЫ .....	21
4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ .....	42
5. ТВОРЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ.....	43
6. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ .....	44
7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ .....	45
8. СИСТЕМА ТРЕНИНГА И САМОПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ .....	47
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	54

