

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра архитектурно-строительного проектирования и физики среды

ФИЗИКА СРЕДЫ

*Методические указания к лабораторным работам
для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство*

Составители: К.О. Ларионова

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	
Измерение влажности строительных материалов	2
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	
Измерение температуры поверхности ограждающих конструкций контактным и бесконтактным способами	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	
Определение коэффициента естественной освещенности в помещении при натурных измерениях и теоретических расчетах уровней освещенности (для системы верхнего естественного освещения)	9
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	
Измерение транспортного шума.....	14
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	17
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	23

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Измерение влажности строительных материалов

Избыточная влажность строительных конструкций является одним из разрушающих факторов. Также влажность влияет на теплотехнические свойства конструкции. Наиболее сложно прогнозируемым явлением можно назвать капиллярное поднятие влаги (или капиллярный подсос) из грунта в стены здания или сооружения. Дело в том, что вода при определенных условиях может подниматься на высоту от нескольких сантиметров до нескольких метров по капиллярно-пористым материалам.

Существуют два условия, при соблюдении которых начнется процесс капиллярного подъема. Первое — это малый диаметр капилляра. Только при диаметре капилляра, равном 10^{-4} м и менее, будет наблюдаться подъем жидкости. Причем с уменьшением диаметра обратно пропорционально увеличиваются высота и скорость поднятия влаги. Второе условие — это смачиваемость стенок капилляра. Существуют два типа материалов — гидрофильные и гидрофобные. Гидрофильные материалы впитывают влагу, а гидрофобные отталкивают (рис. 1.1).

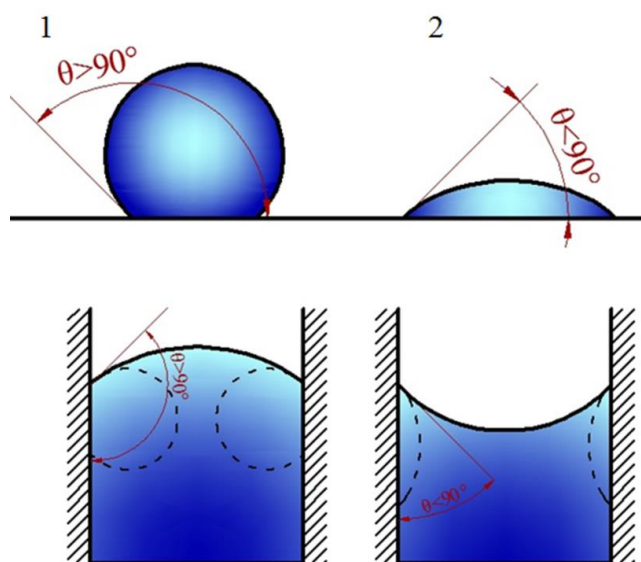


Рис. 1.1. Смачиваемость поверхности материала:

1 — гидрофобного; 2 — гидрофильного

Цель работы — освоить методику работы с приборами, предназначенными для измерения влажности различных строительных материалов.

Используемые приборы и принадлежности: прибор для измерения влажности строительных материалов и воздуха, образцы материалов.

Методика выполнения работы:

1. Выбрать образцы материалов для исследования.
2. Подготовить образцы материала и прибор к измерениям. Предварительно вымочить образцы от 1 до 5 ч. Подготовить образцы разной степени влажности.
3. Для демонстрации капиллярного поднятия влаги один из сухих образцов помещают в плоскую посуду с налитой в нее водой и оставляют на 40–60 мин. Высота слоя воды — 2–3 мм.
4. Произвести измерения. В настройках прибора выбрать кривую электрического сопротивления, соответствующую типу материала. Замкнуть электрическую цепь между иглами влагомера и исследуемым материалом. В зависимости от электрического сопротивления между иглами влагомера измеряется влажность материала. Вид материала определяет методику использования прибора. Например, если это кирпич, то иглы прибора касаются образца, а если дерево, то вводятся вдоль волокон (рис. 1.2).
5. Результат записать в табл. 1.1.
6. Проверить результаты капиллярного поднятия воды по образцу. Замерить высоту поднятия.
7. Определить теоретическую высоту поднятия по формуле Жюрена для кирпича, бетона и угля — h_K, h_B, h_Y , соответственно.

$$\text{Высота поднятия жидкости по капиллярам: } h = \frac{2\sigma}{\rho g \gamma_{\text{ж}}},$$

где σ — коэффициент поверхностного натяжения жидкости, для воды $\sigma = 72,86 \cdot 10^{-3}$ Н/м; ρ — радиус мениска жидкости; g — ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²; $\gamma_{\text{ж}}$ — плотность жидкости, для воды $\gamma_{\text{ж}} = 1000$ кг/м³.

Радиус капилляра: $r = \rho \cos \theta$,

где r — радиус капилляра; θ — краевой угол (при полном смачивании $\cos \theta = 1$).

Радиусы капилляров кирпича, бетона и угля, соответственно: $r_K = 10^{-5} \text{ м}$, $r_B = 10^{-6} \text{ м}$, $r_Y = 10^{-8} \text{ м}$.

8. Сделать выводы на основе наблюдаемых явлений и расчетов.

Таблица 1.1

Результаты измерений влажности материалов

Исследуемый материал	Тип материала	Влажность, %

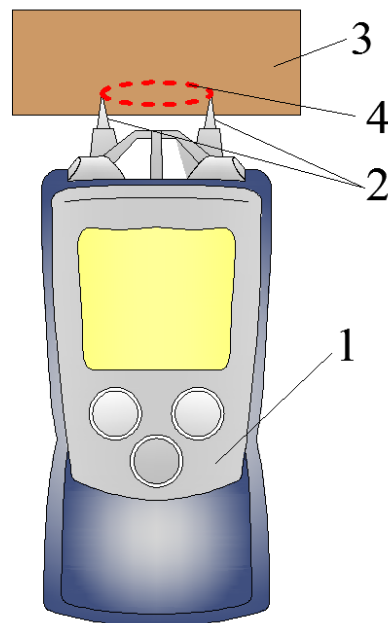


Рис. 1.2. Измерение влажности материала с помощью игольчатого влагомера:

1 — электронный блок; 2 — иглы-электроды; 3 — исследуемый материал;

4 — область определения влажности материала

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Измерение температуры поверхности ограждающих конструкций контактным и бесконтактным способами

Температура поверхности ограждающей конструкции является основной характеристикой ее теплозащитных свойств. Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции характеризует уровень комфортности микроклимата помещения, показывает вероятность выпадения конденсата на поверхности и т.д. Измерение поверхностной температуры позволяет определить неравномерность распределения температурных полей, вызванных дефектами ограждения, неучтенными мостиками холода, возможной неоднородностью конструкций, как по составу, так и по толщине сечения. Существуют два способа определения температуры поверхности конструкции: контактный и бесконтактный.

Цели работы: освоить методику работы с приборами, предназначенными для измерения температуры поверхности конструкций; провести тепловизионную съемку помещения лаборатории; выявить дефекты ограждающих конструкций и составить отчет.

Используемые приборы и принадлежности: контактный термометр с зондом, инфракрасный термометр, тепловизор. (рис. 2.1–2.3).

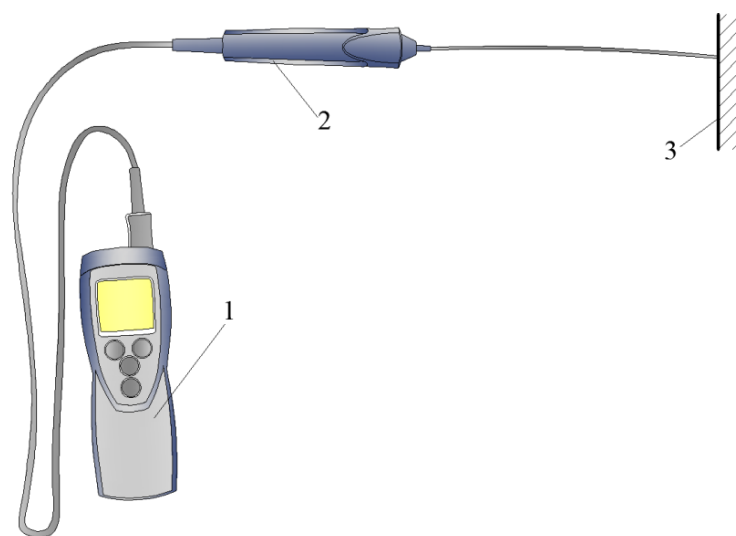


Рис. 2.1. Контактный термометр:

1 — электронный блок; 2 — гибкий температурный зонд;
3 — исследуемый участок стены

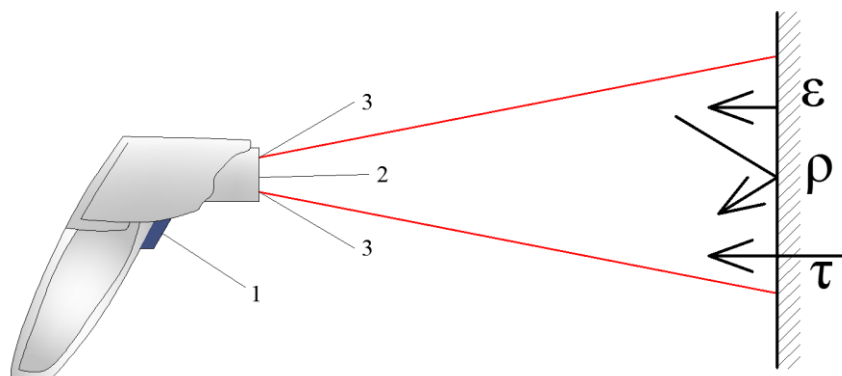


Рис. 2.2. Бесконтактный ИК-термометр:

1 — кнопка «Измерение»; 2 — фотодатчик; 3 — лазерный указатель области измерения;
 ϵ — коэффициент излучения; ρ — коэффициент отражения; τ — коэффициент пропускания



Рис. 2.3. Тепловизор Testo

Методика выполнения работы:

1. Произвести замеры температуры поверхности ограждающих конструкций в точках как контактным (где возможно), так и бесконтактным способами на типовых участках стены: в углу, у пола, под потолком, у световых фонарей и т.д.
2. Результат измерений записать в табл. 2.1.
3. Сравнить результаты контактного и бесконтактного измерений, при расхождении результатов сделать предположение о причинах погрешности.
4. Произвести тепловизионную съемку помещения с выявлением проблемных и дефектных участков.
5. Произвести расчет тепlopоступлений от людей в помещении.
6. Сделать выводы, дать рекомендации.

Таблица 2.1

Результаты измерений температуры поверхности конструкций

Номер точки	Температура, °C	Примечания
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Расчет тепlopоступлений от людей при легкой работе в помещении за 1 ч:

$$Q_{\text{п}} = q_{\text{п}}^{\text{м}} n_{\text{м}} + q_{\text{п}}^{\text{ж}} n_{\text{ж}} + q_{\text{п}}^{\text{д}} n_{\text{д}},$$

где $q_{\text{п}}^{\text{м}}$, $q_{\text{п}}^{\text{ж}}$, $q_{\text{п}}^{\text{д}}$ — полные тепловыделения одним мужчиной, одной женщиной и одним ребенком, соответственно, Вт; $n_{\text{м}}$, $n_{\text{ж}}$, $n_{\text{д}}$ — расчетное число мужчин, женщин и детей, соответственно.

Принято считать, что по сравнению с мужчинами женщины выделяют 85 % тепла, а дети — в среднем 75 %.

Отдачу человеком явного тепла можно рассчитать по формуле:

$$Q_{ч.я} = \beta_{и} \cdot \beta_{од} \cdot (2,5 + 10,3\sqrt{v_B}) \cdot (t_{ч} - t_{в}),$$

где $\beta_{и}$ — коэффициент интенсивности работы.

Для легкой работы - 1; для работы средней тяжести - 1,07; и для тяжелой работы - 1,15.

$\beta_{од}$ — коэффициент, учитывающий теплозащитные свойства одежды

Для легкой одежды - 1, для обычной одежды - 0,65 и для утепленной одежды - 0,4;

v_B — скорость движения воздуха в помещении, м/с;

$t_{ч}$ — температура поверхности одежды человека, измеренная тепловизором, °C;

$t_{в}$ — температура воздуха в помещении, °C.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Определение коэффициента естественной освещенности в помещении при натурных измерениях и теоретических расчетах уровней освещенности (для системы верхнего естественного освещения)

Освещение помещений естественным светом характеризуется коэффициентом естественной освещенности ряда точек, расположенных в пересечении двух плоскостей: вертикальной плоскости характерного разреза помещения (обычно посередине помещения по оси световых проемов или между ними) и горизонтальной плоскости, принимаемой за условную рабочую плоскость помещения. Равномерность освещенности определяется кривыми освещенности, показывающими изменение КЕО в отдельных точках помещения. При замерах освещенности необходимо следить, чтобы тень от работающего человека не падала на поверхность вблизи фотоэлемента.

Цели работы: определение натурных значений коэффициента естественной освещенности (КЕО) в расчетных точках помещения и оценка внутренней освещенности в помещении путем сопоставления фактических значений КЕО с нормируемыми. В тех же точках следует определить теоретические значения КЕО, после чего результаты расчета сравнить с данными натурных измерений и нормируемыми значениями КЕО.

Используемые приборы и принадлежности: люксметр-яркометр-пульсметр «Эколайт-01» с программируемыми фотоголовками, рулетка, средства связи.

Методика выполнения работы — натурные замеры:

1. В масштабе вычертить план и два разреза помещения, в котором производится исследование освещенности. На плане и разрезах наметить точки, в которых необходимо производить измерения (рис. 3.1).

2. По характерному разрезу помещения и его плану принимаются не менее пяти расчетных точек: первая и последняя — на расстоянии 1,0 м от поверхности стены, а остальные — на равном расстоянии друг от друга.

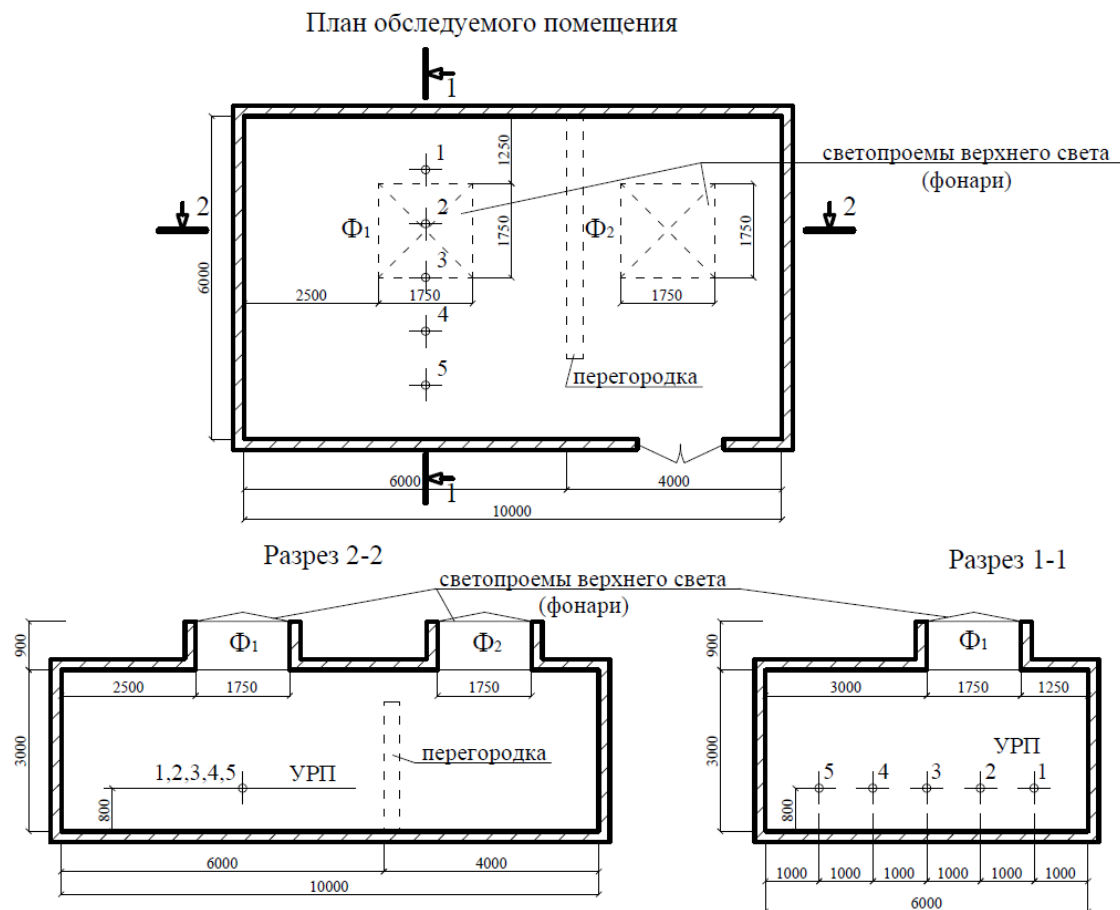


Рис. 3.1. Схема размещения точек измерения освещенности

3. С помощью люксметра измерить освещенность под открытым небом и во всех намеченных точках помещения. Основное требование — одновременность замеров $E_{\text{вн}}$ и $E_{\text{нар}}$ из-за постоянно меняющейся наружной световой обстановки.

Результаты измерений занести в табл. 3.1.

4. Произвести сравнение среднего значения КЕО, полученного практическими измерениями, с нормативным значением и дать оценку.

5. Выполнить теоретический расчет (табл. 3.2).

6. Произвести сравнение среднего значения КЕО, полученного теоретическим расчетом, с нормативным значением и дать оценку.

7. Значения КЕО (натурные и теоретические) откладываются на разрезе 1–1 (рис. 3.2.), строятся кривые КЕО помещения (натурная и теоретическая).

8. Производится сравнение натурных значений с теоретическими и нормативными значениями, дается оценка.

9. По результатам выполненных исследований делается анализ зависимости условий освещения помещений от различных факторов, записываются выводы и даются рекомендации.

Таблица 3.1

Результаты натурных измерений КЕО

Номер точки	$E_{\text{вн}}, \text{лк}$	$E_{\text{нар}}, \text{лк}$	$e_{\text{в}}^{\text{нат.}}, \%$
1			
2			
3			
4			
5			

Условие: $e_{\text{ср,в}}^{\text{нат.}} > e_{\text{ср,в}}^{\text{норм.}} = 4\%$,

где $e_{\text{ср,в}}^{\text{нат.}}$ — среднее значение КЕО в помещении по результатам натурных измерений; $e_{\text{ср,в}}^{\text{норм.}}$ — нормируемое среднее значение КЕО в помещении, для лаборатории принимается равным 4 %.

Расчетная формула: $e_{\text{в}}^{\text{нат.}} = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{нар}}}$.

$$e_{\text{ср,в}}^{\text{нат.}} = \frac{1}{n-1} \left(\frac{e_1}{2} + e_2 + \dots + e_{n-1} + \frac{e_n}{2} \right),$$

где e_1 и e_n — значения КЕО при верхнем освещении в первой и последней точках характерного разреза помещения.

Таблица 3.2

Результаты теоретических расчетов КЕО

Номер точки	n_1	n_2	$\varepsilon_{\text{в}}$	$\varepsilon_{\text{ср}}$	r_2	q	$K_{\text{ф}}$	τ_0	MF	$e_{\text{в}}^{\text{п}}, \%$	$e_{\text{ср,в}}^{\text{п}}, \%$
1											
2											
3											
4											
5											

Расчетная формула:

$$e_{\text{в}}^{\text{п}} = C_N [\varepsilon_{\text{в}} \cdot q + \varepsilon_{\text{ср}} (r_2 K_{\text{ф}} - 1)] \tau_0 MF,$$

где C_N — коэффициент светового климата, для Москвы $C_N = 1$ $\varepsilon_{\text{в}} = 0,01n_3n_2$; $\varepsilon_{\text{в}}$ — геометрический КЕО в расчетной точке; n_3, n_2 — количество лучей по графикам Данилюка; q — коэффициент неравномерности яркости участка облачного неба МКО

$$\varepsilon_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum \varepsilon_{\text{в}i};$$

r_2 — коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения; $K_{\text{ф}}$ — коэффициент, учитывающий тип фонаря.;

Общий коэффициент светопропускания определяется по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5,$$

где τ_1 — коэффициент светопропускания материала; τ_2 — коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема; τ_3 — коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях; τ_4 — коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах; τ_5 — коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями; MF — коэффициент эксплуатации;

$$e_{\text{ср,в}}^p = \frac{1}{n-1} \left(\frac{e_1}{2} + e_2 + \dots + e_{n-1} + \frac{e_n}{2} \right)$$

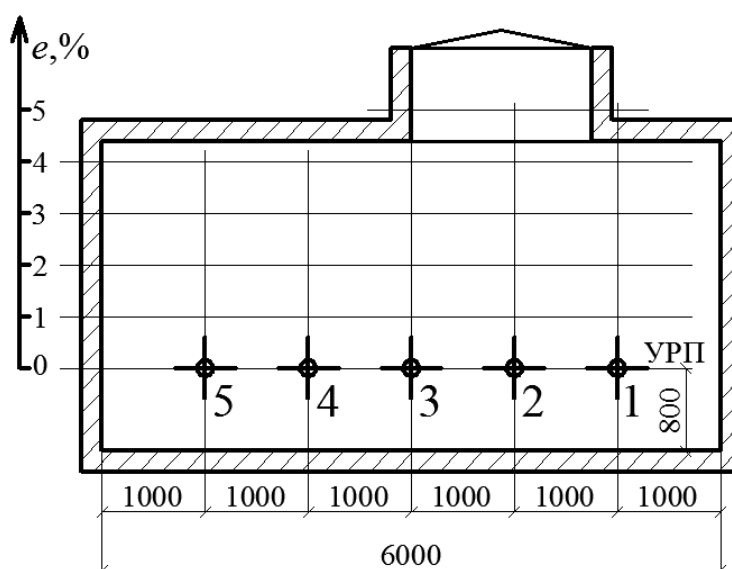


Рис. 4.2. График распределения КЕО

В случае значительного несовпадения теоретических и экспериментальных результатов необходимо учесть влияние противостоящей застройки, которое может иметь затеняющий характер при стандартной диффузной наружной освещенности, что влечет за собой понижение значения КЕО в помещении.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Измерение транспортного шума

Основной источник шума в городах — наземный автомобильный и рельсовый транспорт, следовательно, шум от транспортных потоков — главная составная часть шумового режима города. Его воздействие выходит за пределы улиц и распространяется по территориям жилых районов, проникая в места пребывания человека. Именно на шум от транспортных потоков поступает наибольшее (60–80 %) количество жалоб городского населения.

Возникающий при движении транспортных средств шум ухудшает качество среды обитания человека и животных на прилегающих к дороге территориях. Шум действует на нервную систему человека, снижает трудоспособность, уменьшает сопротивляемость сердечно-сосудистым заболеваниям.

Шумовая характеристика транспортного потока (ШХТП) — расчетное значение эквивалентного уровня звука $L_{Aэкв}$ при движении транспортного потока в реальных дорожных условиях, дБА, (также максимальный уровень звука $L_{Aмакс.}$). ШХТП принято определять на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения транспортных средств, на высоте 1,5 м от уровня покрытия проезжей части (рис. 4.1).

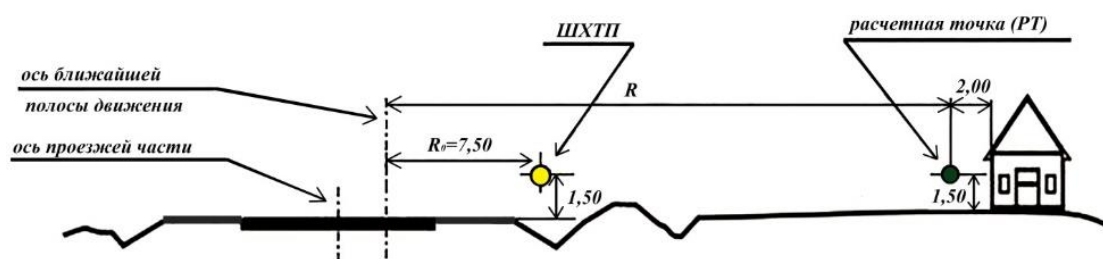


Рис. 4.1. Схема проведения замеров транспортного шума

Защита жилых и общественных зданий от транспортного шума осуществляется с помощью градостроительных (рациональное проектирование улично-дорожной сети, зонирование городских территорий), архитектурно-

планировочных (специальные шумозащитные здания с ориентацией жилых комнат преимущественно в сторону внутриквартальной территории), организационных (ограничение движения грузового транспорта на селитебных территориях, ограничение скорости транспортных средств, запрет транзитного транспорта) и конструктивных мероприятий.

К настоящему времени достаточно глубоко изучены процессы шумообразования городских источников и разработаны методы определения и оценки их акустических характеристик при помощи прямых приборных измерений или расчетом. В данной лабораторной работе мы будем рассматриваться приборный метод измерения.

При замерах транспортного шума используют шумомеры первого или второго классов с поролоновой защитой от резких порывов ветра (рис. 4.2).

Цель работы — освоить методику работы с приборами и аппаратурой, применяемыми при экспериментальных исследованиях транспортного шума.

Используемые приборы и принадлежности: шумомер Testo 816 (см. рис. 4.2), рулетка.

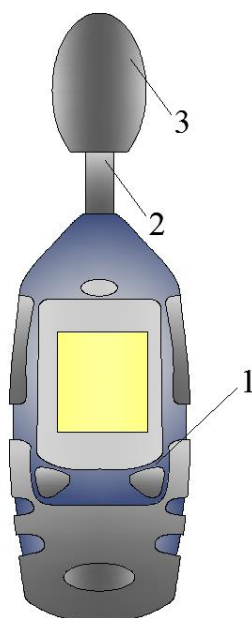


Рис. 4.2. Шумомер:

1 — электронный блок; 2 — микрофон;

3 — ветрозащита

Методика выполнения работы:

1. С помощью шумомера произвести замеры в нескольких выбранных точках на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения транспортных средств, на высоте 1,5 м от уровня покрытия проезжей части.

Измерения выполнить дважды, второй раз в обратной последовательности. Результаты измерений занести в табл. 4.1.

2. Допускается использовать эквивалентные уровни звука $L_{Aэкв}$, дБА, и максимальные уровни звука $L_{Aмакс}$, дБА. Шум находится в пределах нормы, когда он как по эквивалентному, так и по максимальному уровню не превышает установленные нормативные значения.

3. Произвести сравнение полученных результатов измерений с нормативными значениями шума, дать оценку.

4. Сделать выводы.

Таблица 4.1

Результаты натурных измерений

Замер	$L_{Aэкв}$	$L_{Aмакс}$
1		
2		
Среднее значение		
1		
2		
Среднее значение		

Сравнить значения: $L_{Aэкв}$ (практическое), $L_{Aэкв}$ (допустимое), $L_{Aмакс}$ (практическое), $L_{Aмакс}$ (допустимое).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Размеры капилляров некоторых материалов

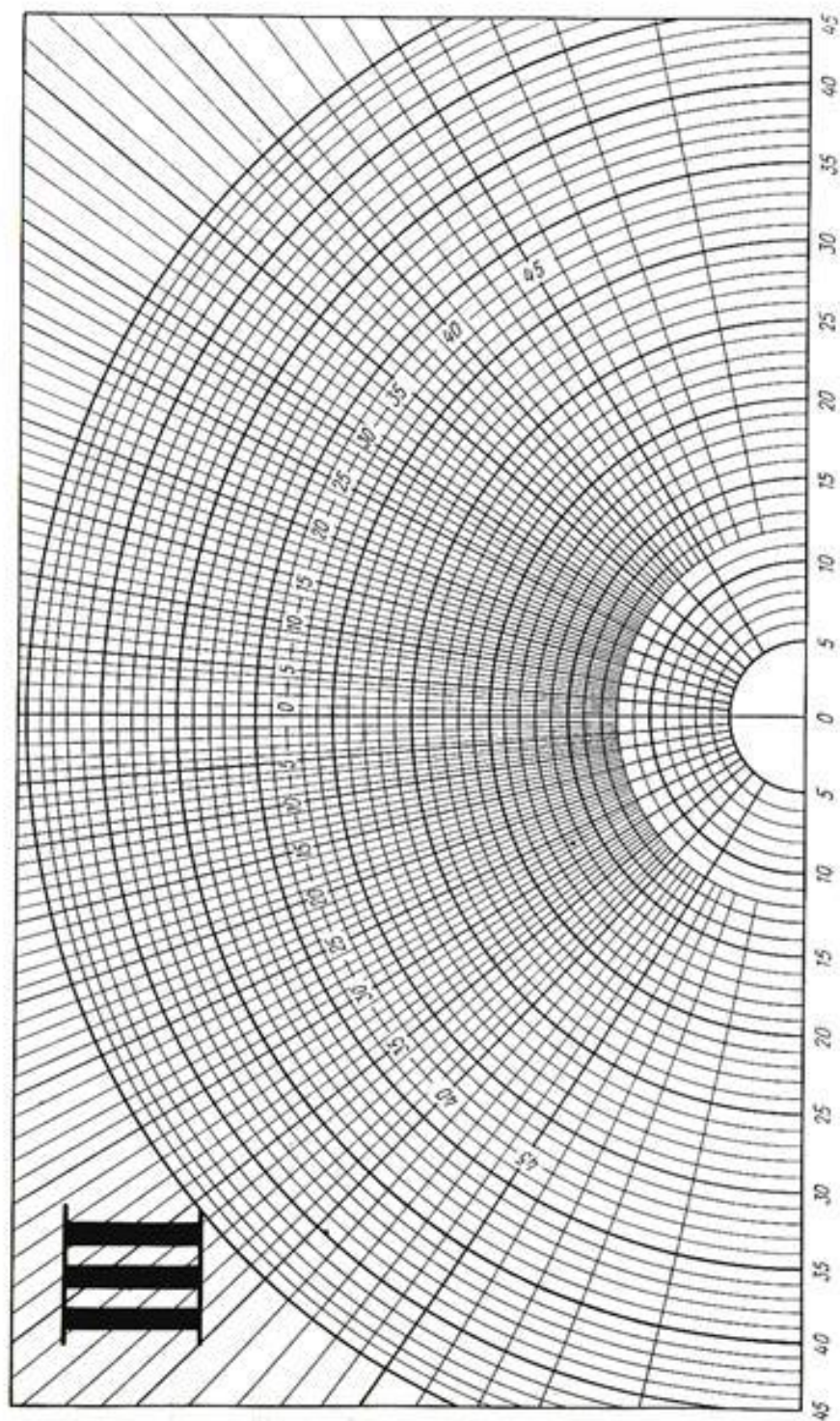
№ п/п	Наименование материала	Радиус капилляра, м
1	Кирпич глиняный	10^{-5}
2	Бетон	10^{-6}
3	Уголь	10^{-8}

Приложение 2. Значения коэффициентов τ_3 и τ_4

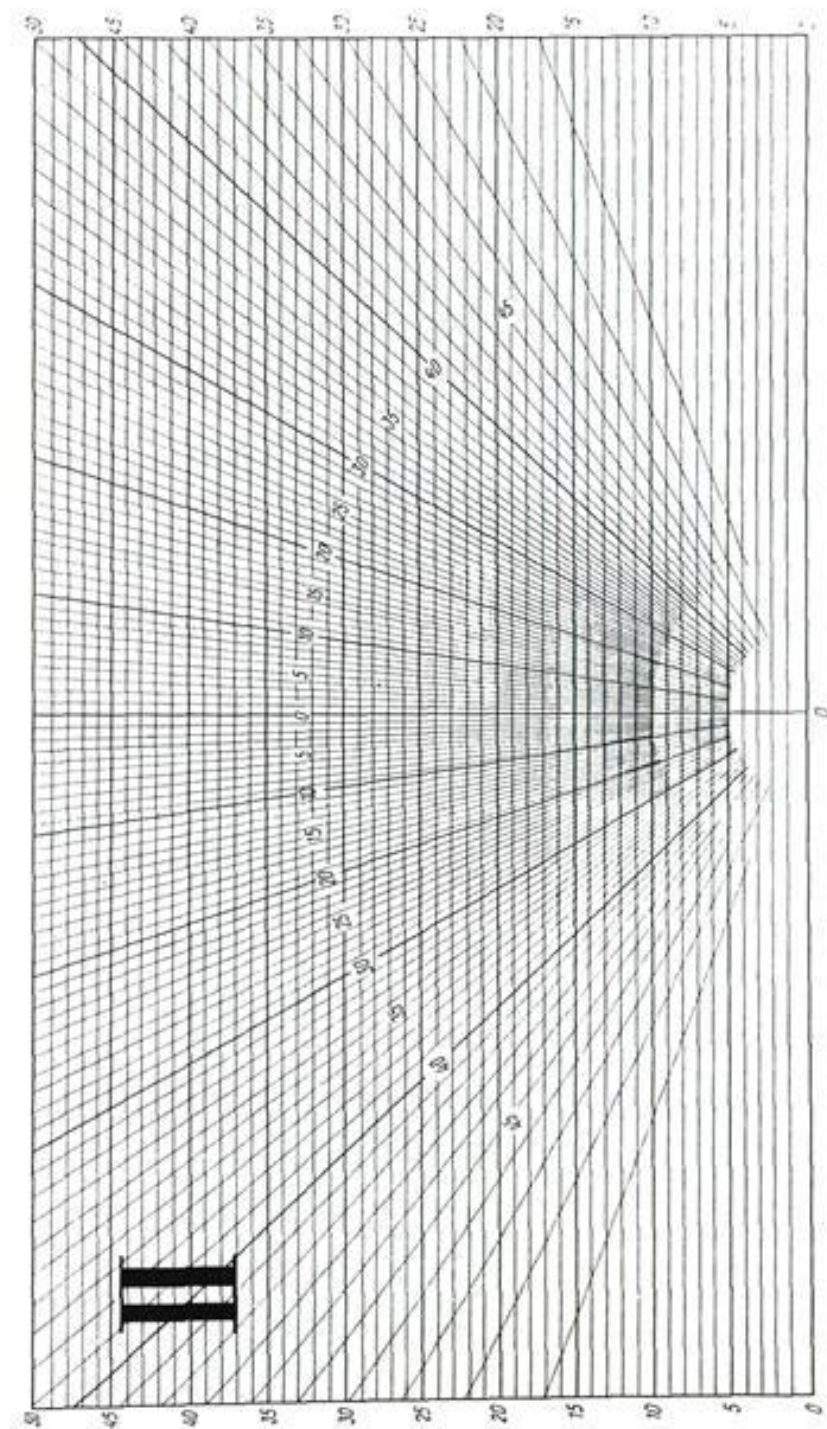
Несущие конструкции покрытий	Коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, τ_3	Солнцезащитные устройства, изделия и материалы	Коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, τ_4
Стальные фермы	0,9	Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы (межстекольные, внутренние, наружные)	1,0
Железобетонные и деревянные фермы и арки	0,8	Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более 45° при расположении пластин жалюзи или экранов под углом 90° к плоскости окна: – горизонтальные – вертикальные	0,65 0,75
Балки и рамы сплошные при высоте сечения: – 50 см и более – менее 50 см	0,8 0,9	Горизонтальные козырьки: – с защитным углом не более 30° с защитным углом от 15° до 45° (многоступенчатые)	0,8 0,9–0,6

		Балконы:	
		– глубиной до 1,20 м	0,90
		– глубиной 1,20–1,50 м	0,85
		Лоджии:	
		– глубиной до 1,20 м	0,80
		– глубиной 1,20–1,50 м	0,70

Приложение 3. График Данилюка III



Приложение 4. График Данилюка II



Приложение 5. Допустимые значения шума

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровень звукового давления (эквивалентный уровень звукового давления) L , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука L_A (эквивалентный уровень звука $L_{Aэкв}$), дБА	Максимальный уровень звука L_{Amax} , дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям, домам отдыха, домам-интернатам для престарелых и инвалидов	7.00 - 23.00	90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
	23.00 - 7.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
Территории, непосредственно прилегающие к зданиям поликлиник, школ и других учебных заведений, детских дошкольных учреждений, площадками отдыха микрорайонов и групп жилых домов		90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ларионова. К.О., Серов А.Д. Строительная физика [Электронный ресурс] : методические указания для студентов специалитета всех форм обучения направления подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений / сост. : К.О. Ларионова, А.Д. Серов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра проектирования зданий и сооружений. — Электрон. дан. и прогр. (8 Мб). — Москва : Издательство НИУ МГСУ, 2016. — 73 с. — ISBN 978-5-7264-1370-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>. (дата обращения: 20.07.2022).
2. Ларионова. К.О., Серов А.Д. Строительная климатология [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов бакалавриата. всех форм обучения направления подготовки 08.03.01 Строительство / Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра архитектуры гражданских и промышленных зданий ; сост.: Е.Г. Лобатовкина, К.О. Ларионова. — Электрон. дан. и прогр. (0,5 Мб). — Москва : НИУ МГСУ, 2015. — Учебное сетевое электронное издание. — Режим доступа: http://lib.mgsu.ru/Scripts/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS (дата обращения: 20.07.2022).
3. Лобатовкина, Е.Г. Методические указания к выполнению лабораторных работ по строительной акустике. — Москва .: НИУ МГСУ, 2009. — 20 с.
4. Лобатовкина, Е.Г. Расчет звукоизоляции ограждающих конструкций жилых зданий : методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Физика среды и ограждающих конструкций». / Е.Г. Лобатовкина ; Московский государственный строительный университет, кафедра ар-

хитектуры гражданских и промышленных зданий ; [рец. А. К. Соловьев]. — Москва : МГСУ, 2012. — 74 с.

5. Лобатовкина Е.Г., Стецкий С.В. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций жилых и общественных зданий : методические указания по выполнению расчетно-графической работе по дисциплине «Физика среды и ограждающих конструкций». / сост.: Е.Г. Лобатовкина, С.В. Стецкий ; Московский государственный строительный университет, кафедра архитектуры гражданских и промышленных зданий ; [под. общ. ред. А.К. Соловьева].— Москва .: МГСУ, 2012. — 40 с.

6. Стецкий С.В. , Ларионова. К.О. Строительная физика : краткий курс лекций для студентов бакалавриата., обучающихся по направлению 270800 Строительство / С.В. Стецкий, К.О. Ларионова ; Московский государственный строительный университет. — Москва : МГСУ ; Ай Пи Эр Медиа, 2014. — 57 с. — ISBN 978-5-7264-0957-3.

7. Стецкий С.В. Методические указания к выполнению лабораторных работ по строительной светотехнике. — Москва .: МГСУ, 2009. — 35 с.

8. Стецкий, С.В. Учебное пособие к практическим занятиям по курсу «Физика среды и ограждающих конструкций». : учеб. пособие для вузов / С. В. Стецкий ; Московский государственный строительный университет, Институт строительства и архитектуры ; [рец.: М.Н. Полищук, А.В. Спиридонов]. — Москва .: МГСУ, 2009. — 40 с.

9. Соловьев А.К. Физика среды : учебник. — Москва .: Издательство АСВ, 2011. — 35244 с. — ISBN 978-5-93093-629-2.

10. ГОСТ 30256-94 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности цилиндрическим зондом : принят МНТКС 17.11.1994 г. ; введен в действие 01.01.1996 г. — Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/9056058> (дата обращения 20.07.2022).

11. ГОСТ 30256-94 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности цилиндрическим зондом.
12. Руководство по эксплуатации, тепловизор testo 880, ООО «Тэсто Рус» URL: <https://www.testo.ru/ru-RU/testo-872/p/0560-8724> (дата обращения 20.07.2022)
13. Руководство по эксплуатации, измеритель теплопроводности материалов МИТ-1 НПП «Интерприбор» URL: <https://www.interpribor.ru/assets/userfiles/11/127/Mit-1%20TFT.pdf> (дата обращения 20.07.2022)
14. Руководство по эксплуатации, инфракрасный термометр testo 831, ООО «Тэсто Рус» URL: https://static-int.testo.com/media/8c/68/83dccf708d87/IM_testo_831_ru.pdf (дата обращения 20.07.2022)
- 15.
16. Руководство по эксплуатации, прибор для измерения влажности testo 606-2, ООО «Тэсто Рус» URL: https://static-int.testo.com/media/53/ad/b96c287c3931/IM_testo_606-2_ru.pdf (дата обращения 20.07.2022)
- 17.
18. Руководство по эксплуатации, прибор для измерения температуры и влажности воздуха термогигрометр testo 625, ООО «Тэсто Рус» URL: https://static-int.testo.com/media/dc/58/6a5bb2b59910/IM_testo_625_ru.pdf (дата обращения 20.07.2022)
- 19.
20. Руководство по эксплуатации, прибор для измерения температуры и скорости воздуха анемометр Testo 425, ООО «Тэсто Рус» URL: https://static-int.testo.com/media/47/ca/3119b9034503/IM_testo_425_ru-06-08.pdf (дата обращения 20.07.2022)

21. Руководство по эксплуатации, шумомер-виброметр, анализатор спектра Экофизика-110А ООО «ПФК Цифровые приборы» URL: <https://www.octava.info/octava-110A-eco> (дата обращения 20.07.2022)

22.

23. ГОСТ 26629-85 Методика контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета по делам строительства от 05.10.1985 г. № 173. — Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/901707162> (дата обращения 20.07.2022).

24. СП 131.13330.2020 Строительная климатология : утвержден приказом Минстроя России от 24.12.2020 г. № 859/пр ; введен в действие с 25.06.2021 г. — Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/573659358> (дата обращения 20.07.2022).

25. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий : утвержден приказом Минрегион России от 30.06.2012 г. № 265 ; введен в действие с 01.07.2013 г. — Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525> (дата обращения 20.07.2022).

26. СП 23-103-2003 Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий : одобрен и рекомендован постановлением Госстроя России от 25.12.2003 г. № 217. — Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200035210> (дата обращения 20.07.2022).

27. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 : утвержден приказом Минрегион России от 28.12.2010 г. №

825 ; введен в действие с 20.05.2011 г. — Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084097> (дата обращения 20.07.2022).

28. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* : утвержден приказом Минстроя России от 07.11.2016 г. № 777/пр ; введен в действие с 08.05.2017 г. — Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 20.07.2022).

29. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01. 2021 г. № 2. — Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения 20.07.2022).