

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО
И САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ЖКХ**

Берлинов М.В., Берлинова М.Н., Доможилов В.Ю.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методические указания предназначены для углубления и закрепления теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях по дисциплине «Эксплуатационный контроль технического и санитарного состояния объектов ЖКХ», а также развития практических навыков самостоятельной деятельности в ходе выполнения лабораторных работ.

Целью лабораторных работ является приобретение и закрепление навыков выявления основных факторов и процессов изменения эксплуатационных характеристик объекта жилищно-коммунального хозяйства, оценки соответствия технического состояния требованиям нормативных документов, ознакомления с методами инструментальной оценки технического состояния объекта, а также параметров микроклимата для определения санитарного состояния.

В ходе выполнения лабораторных работ решаются следующие *задачи*, направленные на формирование профессиональных компетенций:

- ознакомление с устройствами, приборами и оборудованием для контроля технического состояния зданий и сооружений и эксплуатационного контроля санитарного состояния объектов ЖКХ;
- развитие навыков самостоятельной работы со справочным, учебным материалом, наглядными пособиями.

Защита лабораторных работ осуществляется в соответствии с Положением о текущем контроле МГСУ в дистанционной форме посредством тестирования.

РАЗДЕЛ 1. КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Методы визуального контроля технического состояния конструкций зданий

1.1. Цель и содержание лабораторной работы

Цель лабораторной работы: изучить способы и методику визуального определения технического состояния зданий; научиться пользоваться нормативными данными при диагностике конструкций при оценке технического состояния.

Содержание лабораторной работы:

1. Ознакомление с методами визуального контроля технического состояния конструкций зданий.
2. Изучение диагностических признаков повреждений строительных конструкций. Знакомство с устройствами визуального эксплуатационного контроля.
3. Изучение методики контроля скорости раскрытия трещин с помощью пластинчатого маяка. Визуальный контроль хода раскрытия трещин с помощью пластинчатого маяка.
4. Изучение порядка составления журнала наблюдения за трещинами.
5. Изучение методики обработки результатов и принципов систематизации данных.

1.2. Описание необходимых материалов, установок (средств измерения)

Диагностическим признаком повреждений строительных конструкций в процессе длительной эксплуатации (от силовых воздействий) и в результате внешних воздействий (силовых и не силовых) в стенах, колоннах и других несущих элементах зданий и сооружений является возникновение характерных трещин. По своим свойствам и характеристикам трещины в конструктивных элементах могут быть следующие: стабилизировавшиеся (во времени) и нестабилизировавшиеся, раскрытые и сквозные, волосяные (до 0,1 мм), мелкие (до 0,3 мм), развитые (0,3 - 0,5 мм) и большие, аварийные, глубинные, поверхностные, вертикальные и горизонтальные, одиночные, параллельные, пересекающиеся и в виде сетки.

Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ) требует обеспечивать безопасность зданий в процессе их эксплуатации, в том числе, посредством мониторинга состояния строительных конструкций. Установка маяков на трещины в зданиях является таким средством мониторинга.

В соответствии с ГОСТ 53778-2010 не допускается без выполнения мониторинга эксплуатация зданий, имеющих конструкции в аварийном и ограниченно работоспособном состоянии. Выявление трещин производится методом проведения осмотра поверхностей, а также путем выборочного снятия с конструкций защитных или отделочных покрытий. Маяки устанавливаются поперек трещин в местах их наибольшего развития и надёжно закрепляются на несущей части стен по обеим сторонам трещин, не менее двух на каждой трещине: один в месте наибольшего раскрытия трещины, другой - в конце ее. Каждому маяку присваивают номер и указывают дату его установки. Следует произвести исследования по определению следующих обстоятельств: определение положения трещины; определение формы; определение направления; определение распространения по длине; определение ширины раскрытия; определение глубины. По результатам наблюдения за состоянием маяков получают информацию о скорости развития трещин.

Если в течение срока наблюдения на маяке не появится трещина, значит, неравномерная осадка стен и образование в них трещин прекратились и трещину после расчистки можно заделать раствором. Если маяки разрушаются, значит, деформация стен продолжается.



Рисунок 1. Пример установки пластинчатого маяка

1.3. Методика выполнения работы

1. Определить исходные данные по вариантам по таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные к лабораторной работе №1.

Вариант	Наименование конструкции	Признаки износа	Количественная оценка ширины раскрытия трещин					
			Первоначальное значение, мм		1 измерение, мм		2 измерение, мм	
			Маяк № 1	Маяк №2	Маяк № 1	Маяк №2	Маяк № 1	Маяк №2
1	Фундамент железобетонный	Мелкие трещины в цоколе	0,5	0,3	0,6	0,4	0,7	0,5
2	Стена кирпичная	Вертикальные трещины	0,3	0,31	0,33	0,32	0,32	0,33
3	Перегородка	Мелкие трещины в местах сопряжения	1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,5

		перегородок с перекрытием						
4	Перекрытие	Трещины в швах между плитами	2	1,9	2,2	2	2,3	2,1
5	Лестница	лестничные площадки имеют трещины поперек рабочей зоны	1	1,2	1,1	1,3	1,2	1,4
6	Балка	Нормальные трещины	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8
7	Лоджии	Усадочные трещины	1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4
8	Колонна	Продольные (вертикальные) трещины	2,1	1,7	2,2	1,8	2,3	1,9
9	Балкон	наличие мелких усадочных трещин	1	1,2	1	1,2	1	1,2
10	Перекрышка	Наклонные трещины	0,5	0,4	0,6	0,5	0,7	0,6
11	Фундамент железобетонный	Мелкие трещины в цоколе	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3
12	Стена кирпичная	Вертикальные трещины	0,3	0,31	0,4	0,32	0,5	0,33
13	Перегородка	Мелкие трещины в местах сопряжения перегородок с перекрытием	1	1,3	1	1,3	1	1,3
14	Перекрытие	Трещины в швах между плитами	2	1,9	2	1,9	2	1,9
15	Лестница	лестничные площадки имеют	1	1,2	1	1,2	1	1,2

		трещины поперек рабочей зоны						
16	Балка	Нормальные трещины	0,5	0,7	0,6	0,8	0,7	0,9
17	Лоджии	Усадочные трещины	1	1	1	1	1	1
18	Колонна	Продольные (вертикальные) трещины	2,1	1,7	2,1	1,7	2,1	1,7
19	Балкон	наличие мелких усадочных трещин	1	1	1	1	1	1
20	Перекрышка	Наклонные трещины	0,5	0,4	0,7	0,6	0,9	0,8
21	Фундамент железобетонный	Мелкие трещины в цоколе	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3
22	Стена кирпичная	Вертикальные трещины	0,3	0,31	0,3	0,31	0,3	0,31
23	Перегородка	Мелкие трещины в местах сопряжения перегородок с перекрытием	1	1,3	1	1,3	1	1,3
24	Перекрытие	Трещины в швах между плитами	2	1,9	2	1,9	2	1,9
25	Лестница	лестничные площадки имеют трещины поперек рабочей зоны	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4
26	Балка	Нормальные трещины	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6
27	Лоджии	Усадочные трещины	1	1,3	1	1,3	1	1,3
28	Колонна	Продольные (верти-	2,1	1,7	2,3	1,7	2,5	1,7

		кальные) трещины						
29	Балкон	наличие мелких усадочных трещин	1	1	1	1	1	1
30	Перемышка	Наклонные трещины	0,52	0,4	0,53	0,42	0,54	0,44

2. Оформить журнал наблюдения за маяками (табл.2).

3. Сделать вывод скорости раскрытия трещин.

1.4. Учебная литература

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ)

2. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.

3. ГОСТ 53778-2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Общие требования.

1.5. Обработка результатов

Места расположения трещин и маяков указываются на обмерных чертежах стены; на маяках и чертежах ставятся номера маяков и даты их установки. Результаты осмотра маяков (ширина раскрытия трещины и др.) записывают в журнале по форме (табл. 2).

Таблица 2

Журнал наблюдения за маяками.

№	Дата установки маяка (ширина раскрытия)	Дата осмотра маяка (ширина раскрытия)	Дата раскрытия трещин (ширина раскрытия)
1			
2			

Вывод:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Устройства, оборудование и приборы для эксплуатационного контроля несущей способности и прочности конструкций эксплуатируемых зданий

2.1. Цель и содержание лабораторной работы

Цель лабораторной работы: изучить способы и методику определения прочности бетона в конструкциях; научиться пользоваться нормативными данными по определению прочности материалов конструкций и дать оценку механических свойств испытываемых материалов.

Содержание лабораторной работы:

1. Ознакомление с устройствами, оборудованием и приборами для эксплуатационного контроля несущей способности и прочности конструкций эксплуатируемых зданий.
2. Ознакомление с методами определения фактической прочности бетона в железобетонной конструкции ультразвуковым методом.
3. Оценка соответствия технического состояния конструкции нормативным требованиям по безопасности.

2.2. Описание необходимых материалов, установок (средств измерения)

Обследование конструкций эксплуатируемых зданий проводится в соответствии с СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений и ГОСТ 53778-2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Общие требования.

Прочность бетона эксплуатируемых зданий применяется ультразвуковое поверхностное прозвучивание прибором «Бетон-22» в расчетных сечениях конструкций и их элементов с целью выявления возможного наличия зон с различающейся прочностью бетона. Участки испытания бетона при определении прочности в группе однотипных конструкций или в отдельной конструкции должны располагаться: в местах наименьшей прочности бетона,

предварительно определенной экспертным методом; в зонах и элементах конструкций, определяющих их несущую способность; в местах, имеющих дефекты и повреждения, которые могут свидетельствовать о пониженной прочности бетона (повышенная пористость, коррозионные повреждения, температурное растрескивание бетона, изменение его цвета и проч.).

Число участков при определении прочности бетона следует принимать не менее 3 — при определении прочности зоны или средней прочности бетона конструкции; 6 — при определении средней прочности и коэффициента изменчивости бетона конструкции; 9 — при определении прочности бетона в группе однотипных конструкций. Число однотипных конструкций, в которых оценивается прочность бетона, определяется программой обследования и принимается не менее трех.

2.3. Методика выполнения работы

1. Определить исходные данные по вариантам по таблице 3.

Таблица 3

Исходные данные к лабораторной работе №2.

Вариант	Конструктивное решение	Результаты исследования прочности бетона ультразвуком, МПа		
		1 участок	2 участок	3 участок
1	Фундамент	10	12,5	11
2	Стеновая панель	15	16	14
3	Перегородка	10	9	11
4	Перекрытие	20	22	18
5	Лестница	14	15	13
6	Балка	22	25	24
7	Лоджии	15	14	14
8	Колонна	25	24	22
9	Балкон	15	13	14
10	Перемышка	18	20	19
11	Фундамент	15	14	13
12	Стеновая панель	12	11	12,5
13	Перегородка	8	10	7
14	Перекрытие	22	19	21
15	Лестница	10	12	11
16	Балка	18	20	19
17	Лоджии	14	15	13,5
18	Колонна	17	18	19
19	Балкон	12,5	13	11

20	Перемышка	10	11	9,5
21	Фундамент	12,5	10	11
22	Стеновая панель	10	12,5	11
23	Перегородка	15	16	14
24	Перекрытие	10	9	11
25	Лестница	20	22	18
26	Балка	14	15	13
27	Лоджии	22	25	24
28	Колонна	15	14	14
29	Балкон	25	24	22
30	Перемышка	15	13	14

3. По результатам исследования прочности бетона ультразвукоопределить техническое состояние конструкции по ВСН 53-86 (р) «Правила оценки физического износа жилых зданий».

4. Сделать вывод о дальнейшей эксплуатации конструкции.

2.4. Учебная литература

1. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.

2. ГОСТ 53778-2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Общие требования.

3. ВСН 53-86 (р) «Правила оценки физического износа жилых зданий».

2.5. Обработка результатов

Данные о техническом состоянии конструкции, выводы о дальнейшей эксплуатации по результатам обследования сводим в табл.4.

Таблица 4

Журнал испытаний прочности бетона

№ участка	Конструктивное решение	Средняя прочность бетона, МПа	Выводы о дальнейшем использовании конструкции по ВСН 53-86 (р)
1			
2			
3			

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ХАРАКТЕРНЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ МЕЖПАНЕЛЬНОГО СТЫКА ЗАКРЫТОГО ТИПА

3.1. Цель и содержание лабораторной работы

Цель лабораторной работы: Изучить способы и методику определения повреждений в эксплуатируемых конструкциях.

Содержание лабораторной работы:

1. Изучение характерных повреждений эксплуатируемой конструкции на примере межпанельного стыка закрытого типа.
2. Изучение методов контроля воздухопроницаемости, методов контроля теплотехнических характеристик.
3. Выявление факторов изменения работоспособности ограждающей конструкции.
4. Изучение порядка составления акта осмотра с целью наблюдения за изменением технического состояния ограждающей конструкции.

3.2. Описание необходимых материалов, установок (средств измерения)

При осмотре фасада возможно обнаружить трещины, повреждение облицовочного материала и прочие дефекты, связанные с деформацией стен и стыков. Осмотр межпанельных швов позволяет установить, в каком состоянии находятся стены, перекрытия объекта недвижимости, произвести контроль технического состояния выступающих конструкций (балконов и прочих элементов), поверхностей, которые периодически подвергаются воздействию влаги и промерзают. Например, протечки, вызывающие появление плесени на стенах; повышенная воздухо- и воздухопроницаемость ведет к ухудшению тепловой защиты; промерзанию стыка панелей. В некоторых случаях дефект панели будет связан с низким качеством используемого при их создании бетона. Также причиной может послужить отклонение от технологического процесса изготовления стеновой панели. Существен-

ное влияние на образование и развитие дефектов оказывают климатические факторы. Определение воздухопроницаемости строительных конструкций определяется в соответствии СП 131.13330.2012 Строительная климатология и ГОСТ 31167-2009 Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натурных условиях.

Недостаточный воздухообмен через ограждающие конструкции приводит к накоплению влаги и неправильной работе вентиляции, чрезмерный воздухообмен влечет за собой появление сквозняков и непродуктивные потери тепловой энергии. Слишком сильная воздухопроницаемость приводит к низкой эффективности работы системы отопления. Степень воздухопроницаемости строительных материалов зависит от нескольких параметров: размеров здания; герметичности ограждающих конструкций и других элементов; температуры внутри помещений и на улице; ветровой нагрузки.

Сопротивление воздухопроницанию стыка ограждающих конструкций между панелями наружных стен зданий и сооружений R_u должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию R_u^{TP} , $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{кг}$, определяемого по формуле:

$$R_u^{TP} = \Delta p / G_n \quad (1)$$

где Δp - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяемая по формуле (2);

G_n - нормируемая поперечная воздухопроницаемость ограждающих конструкций, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, принимаемая для жилых зданий не более 0,5 $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$; производственных зданий не более 1,0 $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$.

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций Δp , Па, следует определять по формуле:

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_n - \gamma_v) + 0,03\gamma_n v^2, \quad (2)$$

где H - высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты), м;

γ_n , γ_v - удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, $\text{Н}/\text{м}^3$, определяемый по формуле:

$$\gamma = 3463/(273 + t), \quad (3)$$

t - температура воздуха: внутреннего (для определения γ_v) - принимается согласно оптимальным параметрам в жилом здании 20°C, в производственном 16°C; наружного (для определения γ_n) - принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330 для каждого региона;

v - максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16% и более, принимаемая по СП 131.13330.

3.3. Методика выполнения работы

1. Определить исходные данные по вариантам(табл.5).

Таблица 5

Исходные данные к лабораторной работе №3.

Вариант	Тип здания	Климатический район	Высота здания, Н, м	Температура наиболее холодной пятидневки, t, °C	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, v, м/с
1	жилое	Ia	16	-35	0,17
2	производственное	Ia	4	-32	0,17
3	жилое	I	19	-38	0,23
4	производственное	I	7	-25	0,23
5	жилое	II	22	-27	0,30
6	производственное	II	10	-18	0,30
7	жилое	III	25	-35	0,38
8	производственное	III	13	-31	0,38
9	жилое	IV	28	-29	0,48
10	производственное	IV	16	-38	0,48
11	жилое	V	31	-31	0,60
12	производственное	V		-29	0,60
13	жилое	VI	34	-63	0,73

14	производ- ственное	VI	4	-42	0,73
15	жилое	VII	37	-7	0,85
16	производ- ственное	VII	7	-23	0,85
17	жилое	Ia	40	-23	0,17
18	производ- ственное	Ia	10	-22	0,17
19	жилое	I	43	-31	0,23
20	производ- ственное	I	13	-38	0,23
21	жилое	II	46	-41	0,30
22	производ- ственное	II	16	-25	0,30
23	жилое	III	49	-48	0,38
24	производ- ственное	III	7	-44	0,38
25	жилое	IV	13	-27	0,48
26	производ- ственное	IV	10	-39	0,48
27	жилое	V	10	-42	0,60
28	производ- ственное	V	13	-43	0,60
29	жилое	VI	7	-25	0,73
30	производ- ственное	VI	16	-27	0,73

2. Определить сопротивление воздухопроницанию стыка ограждающих конструкций между панелями наружных стен здания.

3. Сделать вывод о факторах, вызывающих изменения работоспособности здания.

3.4. Учебная литература

1. СП. 131.13330.2012 «Строительная климатология».
2. ГОСТ 31167-2009 Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натурных условиях

3.5. Обработка результатов

Провести по представленной методике расчет воздухопроницаемости межпанельного стыка закрытого типа. Определить класс воздухопроницаемости здания. Заполняем рабочую табл. 6.

Таблица 6

Определение воздухопроницаемости межпанельного шва.

Тип здания	Разность давлений воздуха, Δp Па	Воздухопроницаемость ограждающих конструкций, G_n кг/(м ² ·ч)	Сопротивления воздухопроницанию R_{α}^{TP} , (м ² ·ч·Па)/кг,

Вывод:

РАЗДЕЛ 2. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ЖКХ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ ВНУТРИ УЧЕБНОЙ АУДИТОРИИ ПРИ ВЫКЛЮЧЕННОМ ИСКУССТВЕННОМ ОСВЕЩЕНИИ

4.1. Цель и содержание лабораторной работы

Цель лабораторной работы: изучение принципа работы устройств, оборудования и приборов для эксплуатационного контроля параметров микроклимата эксплуатируемых зданий, изучение метода определения светового коэффициента в помещении, метода определения коэффициента естественной освещенности.

Содержание лабораторной работы:

1. Ознакомление с устройствами, оборудованием и приборами для эксплуатационного контроля параметров микроклимата эксплуатируемых зданий.
2. Ознакомление с методами камеральной обработки результатов лабораторного исследования характеристик санитарно-гигиенического состояния среды эксплуатации.
3. Ознакомление с методами определения светового коэффициента в помещении.
4. Ознакомление с методами определения коэффициента естественной освещенности.
5. Обработка результатов. Систематизация данных.

4.2. Описание необходимых материалов, установок (средств измерения)

Освещенность - отношение светового потока к единичной площади, на которую он попадает. Естественное освещение – это освещение помещений дневным светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Естественное освещение подразделяется на боковое, верхнее и комбинированное (верхнее и боковое). Коэффициент естественного освещения(КЕО) e_n - отношение естественной освещенности $E_{\text{в}}$, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или после отражений), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности $E_{\text{н}}$, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в %:

$$e_n = \frac{E_{\text{в}}}{E_{\text{н}}} \cdot 100\% \quad (4)$$

Для жилых помещений КЕО должен быть не менее 1%, в учебных аудиториях - не менее 1,5%, кабинетах, требующих напряженной зрительной работы - не менее 2%. Величина КЕО измеряется *люксметром* (рис. 2). КЕО определяется в соответствии с СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» и зависит от типа освещения (боковое, верхнее, комбинированное) и назначения помещения.



Рисунок 2. Люксметр

Люксметр предназначен для измерения освещенности, создаваемой лампами накаливания и естественным светом, состоит из измерителя и фотоэлемента с насадками (рис. 2).

Минимальное число контрольных точек для измерения определяют исходя из размеров помещения и высоты подвеса светильников над рабочей поверхностью, по табл. 7. Для этого рассчитывают индекс помещения i по формуле:

$$i = \frac{ab}{h_0(a+b)}, \quad (5)$$

где a и b – длина и ширина помещения соответственно, м; h_0 – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м.

Таблица 7

Минимальное число контрольных точек измерения

Индекс помещения	Количество точек измерения
Менее 1	4
От 1 до 2 включ.	9
Св. 2 до 3 включ.	16
Св. 3	25

Нормируемые значения КЕО e_N для зданий, располагаемых в различных районах, следует определять по формуле

$$e_N = e_n m_N, \quad (6)$$

где N — номер группы обеспеченности естественным светом (например, Московская область относится к 1 группе, $m_N=1,0$).

При боковом одно- и двухстороннем естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО; при боковом одностороннем – на расстоянии 1 м от стены в точке, наиболее удаленной от световых проемов, и на высоте 0,8 м от пола (уровень условной рабочей поверхности), при боковом двухстороннем – в центре помещения на рабочей поверхности.

В соответствии с СП 52.13330.2011 КЕО жилых и общественных зданий для зрительной работы высокой точности (наименьший размер объекта различения 0,3...0,5 мм), при верхнем или комбинированном освещении должен быть равен 2,5...3,0, при боковом – 0,7...1,0; для средней точности (наименьший размер объекта различения более 0,5 мм) – соответственно 2,0 и 0,5.

4.3. Методика выполнения работы

1. Определить исходные данные по вариантам (табл. 8).

Таблица 8

Исходные данные к лабораторной работе №4.

№ п/п	Вид помещения	Длина, ширина помещения	Площадь помещения, м ² (вычисляется)	Наличие искусственного освещения	Наличие окон	Индекс помещения (вычисляется)	Число точек измерения (вычисляется)	Измеренные значения $E_{вн}$ (измеряется)	Измеренные значения $E_{нар}$ (измеряется)	Нормируемое значение КЕО (вычисляется)
1.	Учебная аудитория	4,5 3,5		Есть	Есть					
2.	Учебная аудитория	4,5 5,5		Есть	Есть					
3.	Учебная аудитория	5,0 3,5		Есть	Есть					
4.	Учебная аудитория	5,0 3,0		Есть	Есть					
5.	Учебная аудитория	5,5 3,0		Есть	Есть					
6.	Учебная аудитория	5,5 3,5		Есть	Есть					
7.	Учебная аудитория	6,0 4,0		Есть	Есть					

	рия									
8.	Учеб- ная аудито- рия	6,0 3,5		Есть	Есть					
9.	Учеб- ная аудито- рия	4,0 3,0		Есть	Есть					
10.	Учеб- ная аудито- рия	10,0 20,0		Есть	Есть					
11.	Учеб- ная аудито- рия	5,0 4,0		Есть	Есть					
12.	Учеб- ная аудито- рия	15,0 30,0		Есть	Есть					
13.	Учеб- ная аудито- рия	30,0 80,0		Есть	Есть					
14.	Учеб- ная аудито- рия	50,0 70,0		Есть	Есть					
15.	Учеб- ная аудито- рия	4,0 3,5		Есть	Есть					
16.	Учеб- ная аудито- рия	4,5 4,5		Есть	Есть					
17.	Учеб- ная аудито- рия	5,0 4,0		Есть	Есть					
18.	Учеб- ная аудито-	5,0 4,5		Есть	Есть					

	рия									
19.	Учеб- ная аудито- рия	5,5 4,0		Есть	Есть					
20.	Учеб- ная аудито- рия	5,5 4,5		Есть	Есть					
21.	Учеб- ная аудито- рия	15,0 30,0		Есть	Есть					
22.	Учеб- ная аудито- рия	4,5 3,0		Есть	Есть					
23.	Учеб- ная аудито- рия	4,5 3,5		Есть	Есть					
24.	Учеб- ная аудито- рия	20,0 75,0		Есть	Есть					
25.	Учеб- ная аудито- рия	15,0 45,0		Есть	Есть					
26.	Учеб- ная аудито- рия	6,0 4,5		Есть	Есть					
27.	Учеб- ная аудито- рия	6,0 5,0		Есть	Есть					
28.	Учеб- ная аудито- рия	6,5 4,5		Есть	Есть					
29.	Учеб- ная аудито-	6,5 5,0		Есть	Есть					

	рия									
30.	Учеб- ная аудио- рия	6,5 5,5		Есть	Есть					

2. Дать характеристику естественного освещения помещения: боковое одностороннее; боковое двухстороннее; верхнее; комбинированное.

3. Измерение освещенности производится в помещении на расстоянии 1, 2, 3, 4, 5 м от наружной стены здания по центру помещения, а также по поперечному разрезу в центре помещения (параллельно стене с окнами) через 1 м. Измерения производятся на уровне горизонтальной рабочей поверхности на высоте 0,8 м от пола. При этом фотоэлемент удерживается горизонтально. Одновременно проводится измерение освещенности вне помещения в точке под открытым небосводом (фотоэлемент выставляется в окно). Полученные данные заносятся в табл. 9. Измерить люксметром освещенность в контрольных точках внутри помещения $E_{вн}$ и наружную освещенность $E_{нар}$ на горизонтальной площадке, освещаемой всем светом небосвода.

4. КЕО, %, для точки, расположенной в 5 м от окна, определяется по формуле (6).

5. Дать оценку помещения с точки зрения пригодности его для выполнения работ определенной точности. Указать необходимость использования совмещенного освещения.

4.4. Учебная литература

1. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».

4.5. Обработка результатов

Результаты измерения естественного освещения оформляем по форме табл. 9.

Таблица 9

Результаты измерения естественного освещения.

Расстояние от поверхности наружной стены L , м	1	2	3	4	5	E_n , лк (вне помещения)
$E_{вн}$, лк (внутри помещения)						

Вывод:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ В ПОМЕЩЕНИИ

5.1. Цель и содержание лабораторной работы

Цель лабораторной работы: изучение метода определения освещенности, изучение метода определения искусственного освещения

Содержание лабораторной работы:

1. Изучить методику использования люксметра с целью оценки искусственной освещенности в учебной аудитории как параметра качества среды эксплуатации ориентировочным методом.
2. Ознакомление с методами обработки результатов. Систематизация данных.

5.2. Описание необходимых материалов, установок (средств измерения)

Горизонтальная освещенность рабочей поверхности в люксах (лк) характеризует достаточность естественного освещения при конкретных условиях (время суток и т.п.). Освещенность определяют с помощью специальных приборов, называемых *люксметрами*. Измеритель люксметра и фотоэлемент устанавливаются в горизонтальное положение. Фотоэлемент отсоединяется от измерителя люксметра, для того чтобы проверить находится ли стрелка прибора на нулевом делении шкалы. Для отсчета значения измеряемой освещенности напротив нажатой кнопки определяется выбранное с помощью насадок (или без насадок) наибольшее значение диапазона измерения. При нажатой правой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратные 10, следует пользоваться для отсчета показаний шкалой 0-100. При нажатой левой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратные 30, следует пользоваться шкалой 0-30. Показания прибора в делениях по соответствующей шкале умножают на коэффициент, указанный на насадках

М, Р, Т. Определяется площадь учебной аудитории. Далее рассчитывается количество ламп, определяется их мощность Вт, и напряженность в сети.

Количественная оценка искусственного освещения может производиться ориентировочным методом, или «методом ватт». По этому методу подсчитывают число ламп в помещении с площадью не более 50 м² и суммируют их мощность. Полученную величину делят на площадь помещения и получают удельную мощность ламп P в ваттах на 1 м².

Освещенность E рассчитывают по формуле:

$$E = \frac{P \cdot n}{S_{\text{пола}} \cdot K}, \quad (7)$$

где P - удельная мощность светильников, Вт/м², n - количество ламп, K – коэффициент, показывающий какому количеству люксов соответствует удельная мощность. $K \approx 3$.

Таблица 10

Значение коэффициента ϵ в зависимости от мощности и напряжения ламп освещения

Мощность ламп, Вт	Коэффициент ϵ при напряжении в сети	
	110, 120, 127	220
До 110	2,4	2,0
100 и выше	3,2	2,5
Люминесцентные лампы	Коэффициент $k = 10$ при напряжении в сети 220 В	

5.3. Методика выполнения работы

1. Определить исходные данные по вариантам (табл. 11):

Таблица 11

Исходные данные к лабораторной работе №5.

№ п/п	Площадь помещения, м ²	Число ламп мощностью 50 Вт	Напряжение в сети, В
1.	50	10	220
2.	50	9	220
3.	50	8	220
4.	50	7	220
5.	50	6	220
6.	40	5	220
7.	40	10	220
8.	40	9	220

9.	40	8	220
10.	40	7	220
11.	40	6	220
12.	30	5	220
13.	30	10	220
14.	30	9	220
15.	30	8	220
16.	30	7	220
17.	30	6	220
18.	25	5	220
19.	25	10	220
20.	25	9	220
21.	25	8	220
22.	25	7	220
23.	25	6	220
24.	20	5	220
25.	20	10	220
26.	20	9	220
27.	20	8	220
28.	20	7	220
29.	20	6	220
30.	15	5	220

2. Определить освещенность по формуле (7).

3. Оформить результаты замеров и вычислений.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТРАЖАЮЩИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ОСВЕЩЕННОСТЬ ПОМЕЩЕНИЙ

6.1. Цель и содержание лабораторной работы

Цель лабораторной работы: исследовать влияние отражающих свойств поверхностей разного цвета на освещенность помещений.

Содержание лабораторной работы:

1. Ознакомление с методами исследования коэффициента отражения поверхностей на освещенность помещений.
2. Ознакомление с методами обработки результатов. Систематизация данных.
3. Оценка соблюдения санитарно-гигиенических норм в процессе эксплуатации здания.

6.2. Описание необходимых материалов, установок (средств измерения)

Для гигиенической оценки освещенности помещений используются светотехнические показатели, одним из которых является коэффициент отражения R - отношение отраженного светового потока $\Phi_{\text{отр}}$ к падающему световому потоку Φ_0 :

$$R = \frac{\Phi_{\text{отр}}}{\Phi_0} \quad (8)$$

Коэффициент отражения зависит от направления падения света (за исключением матовых поверхностей) и спектрального состава света, и может быть измерен с помощью *фотометра* по ГОСТ Р 56709-2015 «Здания и сооружения. Методы измерения коэффициентов отражения света поверхностями помещений и фасадов». Величина R в зависимости от цвета поверхности колеблется в пределах 0,02...0,85.

Влияние отраженного света учитывается введением в расчетные формулы величины средневзвешенного коэффициента светоотражения поверхностей.

$$\rho = \frac{\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3}, \quad (9)$$

где ρ_1, ρ_2, ρ_3 – коэффициенты светоотражения, соответственно, стен, потолка и пола, принимаемые в зависимости от вида их цветовой отделки; S_1, S_2, S_3 – площади, соответственно, стен, потолка и пола.

Коэффициент светоотражения поверхности определяется отношением величины отраженного светового потока $\Phi_{\text{отр}}$ к величине падающего на эту поверхность светового потока Φ_0 : $\rho = \Phi_{\text{отр}}/\Phi_0$. Величина ρ зависит от фактуры поверхности, цветовой отделки ее и чистоты (табл. 12).

Таблица 12

Коэффициенты отражения внутренних поверхностей интерьера.

Вид поверхности	Коэффициент отражения
Светлая побелка, белый мрамор	0,75...0,60
Желтая, голубая окраска, светлое дерево	0,45...0,40
Светлая клеевая покраска (лимонного светлого-серого, светло-зеленого цвета)	0,55...0,50
Светлая коричневая, темно-голубая, темно-бежевая покраска, потемневшее дерево	0,35

Натуральный дуб и бук	0,25...0,30
Паркет светлый	0,25...0,30
Линолеум светлый	0,30...0,40
Линолеум темный, темно-серый мрамор, синяя, темно-зеленая, красная покраска	0,20...0,15

Точные значения коэффициентов могут быть получены в лабораторных условиях на специальных установках типа шара Тейлора. При определении коэффициентов ρ в натурных условиях отношение $\Phi_{\text{отр}}/\Phi_0$ можно приближенно заменить отношением освещенностей $E_{\text{отр}}/E_0$. Освещенность E_0 замеряется люксметром на самой поверхности, а $E_{\text{отр}}$ – на расстоянии 25 см от поверхности в плоскости, параллельной ей.

Определяется коэффициент ρ поверхности в натурных условиях. Для этого измеряются поочередно величины E_0 и $E_{\text{отр}}$. При измерении E_0 фотоэлемент люксметра необходимо располагать в середине исследуемого участка рабочей плоскостью в сторону падающего светового потока, который должен равномерно освещать исследуемую поверхность. При измерении $E_{\text{отр}}$ фотоэлемент располагается на расстоянии 25 см от исследуемой поверхности рабочей плоскостью в сторону последней. При этом необходимо соблюдать условие, чтобы исследуемый участок во время опыта не затенялся. Измерения необходимо выполнять не менее трех раз.

6.3. Методика выполнения работы

1. Определить исходные данные по вариантам (табл. 13):

Таблица 13

Исходные данные к лабораторной работе №6.

№ п/п	Размеры помещения Д*Ш*В, м ²	Вид поверхности
1.	4,5 * 3,5 * 3,5	Светлая побелка, белый мрамор
2.	4,5 * 5,5 * 3,5	Желтая, голубая окраска, светлое дерево
3.	5,0 * 3,5 * 3,5	Светлая клеевая покраска (лимонного светло-серого, светло-зеленого цвета)
4.	5,0 * 3,0 * 3,5	Светлая коричневая, темно-голубая, темно-бежевая покраска, потемневшее дерево
5.	5,5 * 3,0 * 3,5	Натуральный дуб и бук

6.	5,5 * 3,5 * 3,5	Паркет светлый
7.	6,0 * 4,0 * 3,5	Линолеум светлый
8.	6,0 * 3,5 * 3,5	Линолеум темный, темно-серый мрамор, синяя, темно-зеленая, красная покраска
9.	4,0 * 3,0 * 3,5	Светлая побелка, белый мрамор
10.	10,0 * 20,0 * 3,5	Желтая, голубая окраска, светлое дерево
11.	5,0 * 4,0 * 3,5	Светлая клеевая покраска (лимонного светло-серого, светло-зеленого цвета)
12.	15,0 * 30,0 * 3,5	Светлая коричневая, темно-голубая, темно-бежевая покраска, потемневшее дерево
13.	30,0 * 80,0 * 3,5	Натуральный дуб и бук
14.	50,0 * 70,0 * 3,5	Паркет светлый
15.	4,0 * 3,5 * 3,5	Линолеум светлый
16.	4,5 * 4,5 * 3,5	Линолеум темный, темно-серый мрамор, синяя, темно-зеленая, красная покраска
17.	5,0 * 4,0 * 3,5	Светлая побелка, белый мрамор
18.	5,0 * 4,5 * 3,5	Желтая, голубая окраска, светлое дерево
19.	5,5 * 4,0 * 3,5	Светлая клеевая покраска (лимонного светло-серого, светло-зеленого цвета)
20.	5,5 * 4,5 * 3,5	Светлая коричневая, темно-голубая, темно-бежевая покраска, потемневшее дерево
21.	15,0 30,0 * 3,5	Натуральный дуб и бук
22.	4,5 * 3,0 * 3,5	Паркет светлый
23.	4,5 * 3,5 * 3,5	Линолеум светлый
24.	20,0 * 75,0 * 3,5	Линолеум темный, темно-серый мрамор, синяя, темно-зеленая, красная покраска
25.	15,0 * 45,0 * 3,5	Светлая побелка, белый мрамор
26.	6,0 * 4,5 * 3,5	Желтая, голубая окраска, светлое дерево
27.	6,0 * 5,0 * 3,5	Светлая клеевая покраска (лимонного светло-серого, светло-зеленого цвета)
28.	6,5 * 4,5 * 3,5	Светлая коричневая, темно-голубая, темно-бежевая покраска, потемневшее дерево
29.	6,5 * 5,0 * 3,5	Натуральный дуб и бук
30.	6,5 * 5,5 * 3,5	Паркет светлый

2. По результатам измерений производится подсчет коэффициентов ρ (9). Результаты измерений и расчетов заносятся в табл. 14. Полученные значения коэффициентов ρ сравниваются с приведенными в табл. 12) и указываются величины расхождений.

6.4. Учебная литература

1. ГОСТ Р 56709-2015 «Здания и сооружения. Методы измерения коэффициентов отражения света поверхностями помещений и фасадов».

6.5. Обработка результатов

Заполняем рабочую таблицу:

Таблица 14

Результаты измерений освещенности и расчета коэффициента ρ

Характер фактуры и цвет поверхности ограждения	№ отсчета	Отсчеты при положении фотоэлемента, лк		Коэффициент светопропускания $\rho = \frac{E_{отр}}{E_0}$
		на поверхности E_0	против поверхности $E_{отр}$	
	1...3			

Вывод:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ КАК ПАРАМЕТРА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.1. Цель и содержание лабораторной работы

Цель лабораторной работы: освоить прием определения относительной влажности воздуха, основанный на использовании психрометра.

Содержание лабораторной работы:

1. Измерение влажности воздуха в помещении как параметра качества среды эксплуатации.
2. Обработка результатов. Систематизация данных.
3. Оценка соблюдения санитарно-гигиенических норм в процессе эксплуатации здания.

7.2. Описание необходимых материалов, установок (средств измерения)

Относительная влажность воздуха – это величина, показывающая, как далек пар от насыщения, определяемая в соответствии с СП 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях». Это отношение парци-

ального давления p водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению насыщенного пара p_0 при той же температуре, выраженное в процентах:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\% \quad (10)$$

Если воздух не содержит паров воды, то его абсолютная и относительная влажность равны 0. Предельное значение относительной влажности – 100%. Нормальной для человеческого организма считается влажность 60%. В помещениях общеобразовательных учреждений относительная влажность воздуха должна составлять 40-60 %, скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. Для измерения влажности воздуха используют психрометры. Принцип работы основывается на физическом свойстве жидкости испаряться и возникающих при этом разностей температур, которые показываются сухим и влажным термометрами. Испарение воды со смоченной поверхности, ткани, губки, соединенной с одним из термометров, приводит к потере части энергии, как следствие, снижению температуры жидкости. Это снижение, а точнее сниженную температуру, и регистрирует смоченный термометр. Завизировав показания сухого и влажного термометров в определенный момент времени, при помощи психрометрической таблицы можно определить относительную, а затем при помощи психрометрической формулы - абсолютную влажность воздуха.

7.3. Методика выполнения работы

1. Определить исходные данные по вариантам (табл. 15).

Таблица 15

Исходные данные к лабораторной работе №7.

Вариант	Температура $t_{\text{сухого}}$, °C
1.	+15
2.	+16
3.	+17
4.	+18
5.	+19

6.	+20
7.	+21
8.	+22
9.	+23
10.	+24
11.	+25
12.	+15
13.	+16
14.	+17
15.	+18
16.	+19
17.	+20
18.	+21
19.	+22
20.	+23
21.	+24
22.	+25
23.	+15
24.	+16
25.	+17
26.	+18
27.	+19
28.	+20
29.	+21
30.	+22

2. По показаниям сухого термометра измерить температуру воздуха $t_{\text{сухого}}$ в помещении.

3. Записать показания термометра с резервуаром $t_{\text{влажного}}$.

4. Вычислить разность показаний термометров $\Delta t = t_{\text{сухого}} - t_{\text{влажного}}$.

По психрометрической таблице определить влажность воздуха φ . Результаты измерений и вычислений заносятся в табл. 16.

5. Сделать вывод о том, нормальная ли влажность воздуха в помещении.

4.4. Учебная литература

1. СП 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях».

4.5. Обработка результатов

Заполняем рабочую таблицу:

Таблица 16

Определение относительной влажности.

№ опыта	$t_{\text{сухого}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{влажного}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$
1				
2				

Вывод: