

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
**«Физика среды и ограждающих конструкций»**

Направление подготовки 08.03.01 Строительство  
Направленность (профиль) Городское строительство и хозяйство  
Квалификация выпускника - Бакалавр

Пятигорск, 2020

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физика среды и ограждающих конструкций» рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Строительство» (протокол №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.).

Зав.кафедрой «Строительство» \_\_\_\_\_ Щитов Д.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....   | 3  |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Определение температуры и влажности воздуха в помещении с помощью психрометра Ассмана .....      | 4  |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Определение освещенности естественным боковым светом в натуральных условиях .....                | 15 |
| ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Определение коэффициента светоотражения различных поверхностей стен в натуральных условиях ..... | 21 |

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физика среды и ограждающих конструкций» предназначены для бакалавров заочной формы обучения.

- Изучение дисциплины «Физика среды и ограждающих конструкций» имеет цель:
- обеспечить профессиональные знания на примерах лучших архитектурно-строительных решений ограждающих конструкций
- ознакомить студентов с опытом проектирования современных ограждающих конструкций
- заложить фундамент для восприятия других специальных дисциплин.

Задачи изучения дисциплины включают:

- дать необходимые знания об основных физико-технических требованиях к ограждающим конструкциям;
- привить навыки в определении взаимосвязи физико-технических и функциональных факторов в архитектурном производстве;
- расширить кругозор студентов.

Реализуемые компетенции при изучении дисциплины:

| Код  | Формулировка:  |
|------|--|
| ПК-3 | Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения |

## Лабораторная работа № 1

### Определение температуры и влажности воздуха в помещении с помощью психрометра Ассмана

#### **Цель работы:**

- 1) закрепление теоретических знаний об основных параметрах, характеризующих температурно-влажностный режим воздушной среды в помещении исходя из условий комфортности;
- 2) ознакомление с основными приборами, используемыми для измерения температуры и влажности воздуха в помещении;
- 3) получение практических навыков по определению влажности воздушной среды психрометрическим методом.

**Формируемые компетенции:** ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения

#### **Теоретическая часть:**

*Микроклимат помещения* — состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и скоростью перемещения воздуха в помещении.

В помещениях жилых и общественных зданий следует обеспечивать оптимальные или допустимые параметры микроклимата в обслуживаемой зоне.

*Оптимальные параметры микроклимата* — сочетание значений показателей температуры, влажности и подвижности воздуха, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают нормальное тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении.

*Допустимые параметры микроклимата* — сочетания значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать общее и локальное ощущение дискомфорта, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности при усиленном напряжении механизмов терморегуляции и не вызывают повреждений или ухудшения состояния здоровья.

Параметры микроклимата в помещениях жилых, общественных, административных и бытовых зданий на сегодняшний день устанавливаются в соответствии с ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении» [4]. Стандарт устанавливает общие требования к оптимальным и допустимым показателям микроклимата и методы их контроля.

Параметры, характеризующие микроклимат в жилых и общественных помещениях:

- температура воздуха;
- скорость движения воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- результирующая температура помещения;
- локальная асимметрия результирующей температуры.

Требуемые параметры микроклимата: оптимальные, допустимые или их сочетания следует устанавливать в зависимости от назначения помещения и периода года с учетом требований соответствующих нормативных документов [4].

Условно принято разделять помещения жилых и общественных зданий на категории в соответствии с условиями пребывания человека. Классификация приведена в таблице 1.1

В соответствии с разделением на категории нормируют основные параметры комфортности пребывания человека (таблица 1.2). На рисунке 1.1 представлен график распределения зон комфортности.

Таблица 1.1 — Классификация помещений в соответствии с условиями пребывания человека

| Категория | Характер пребывания в помещении  |
|-----------|--|
| 1         | Помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха                       |
| 2         | Помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебой   |
| 3а        | Помещения с массовым пребыванием людей, где люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды |
| 3б        | Помещения с массовым пребыванием людей, где люди находятся преимущественно в положении сидя в уличной одежде   |
| 3в        | Помещения с массовым пребыванием людей, где люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды |
| 4         | Помещения для занятий подвижными видами спорта   |
| 5         | Раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей  |
| 6         | Вестибюли, коридоры, лестницы, санузлы   |

Таблица 1.2 — Основные параметры комфортности пребывания в помещениях общественных зданий

| Период | Кате- | Температура | Относительная | Скорость |
|--------|-------|-------------|---------------|----------|
|--------|-------|-------------|---------------|----------|

| года         | горяч<br>поме-<br>ще-<br>ния | воздуха,<br>°С  |                | влажность,<br>% |                             | движения воздуха,<br>м/с     |                             |
|--------------|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|              |                              | оптималь<br>ная | допусти<br>мая | оптималь<br>ная | допусти<br>мая, не<br>более | оптималь<br>ная, не<br>более | допусти<br>мая, не<br>более |
| Холодн<br>ый | 1                            | 20—22           | 18—24          | 45—30           | 60                          | 0,2                          | 0,3                         |
|              | 2                            | 19—21           | 18—23          | 45—30           | 60                          | 0,2                          | 0,3                         |
|              | 3а                           | 20—21           | 19—23          | 45—30           | 60                          | 0,2                          | 0,3                         |
|              | 3б                           | 14—16           | 12—17          | 45—30           | 60                          | 0,2                          | 0,3                         |
|              | 3в                           | 18—20           | 16—22          | 45—30           | 60                          | 0,2                          | 0,3                         |
|              | 4                            | 17—19           | 15—21          | 45—30           | 60                          | 0,2                          | 0,3                         |
|              | 5                            | 20—22           | 20—24          | 45—30           | 60                          | 0,15                         | 0,2                         |
| 6            | 16—18                        | 14—20           | —              | —               | —                           | —                            |                             |
| Теплый       | 1                            |                 |                |                 |                             |                              |                             |
|              | 2                            | 23—25           | 18—28          | 60—30           | 65                          | 0,3                          | 0,5                         |
|              | 3                            |                 |                |                 |                             |                              |                             |

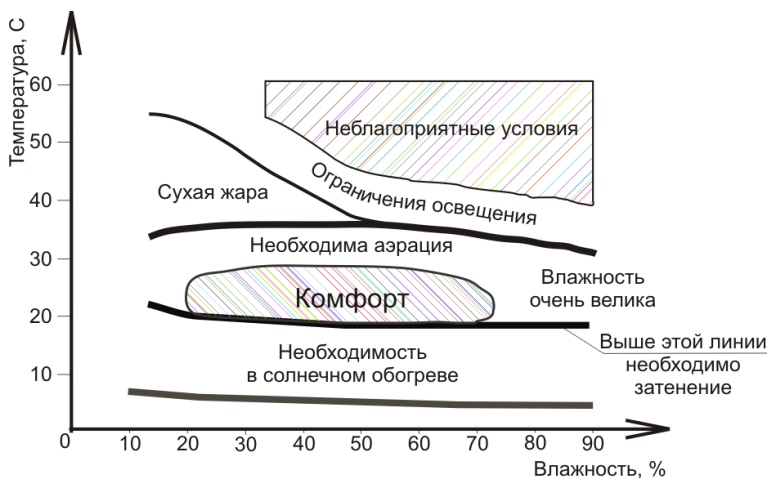


Рисунок 1.1 — Биоклиматический график зон комфорта по В. Оглею

Влажность воздуха внутри помещения и ее нормируемые величины представляют одну из наиболее спорных позиций с точки зрения оценки

параметров комфортности микроклимата и температурно-влажностного режима ограждающих конструкций.

Различают понятия *абсолютной* и *относительной* влажности.

Под *абсолютной* влажностью внутреннего воздуха помещения  $e_B$  понимают парциальное давление водяного пара, содержащегося в воздухе помещения, и измеряемое в мм рт. ст. или гПа.

Под *относительной* влажностью внутреннего воздуха помещения  $\phi_B$  понимают отношение абсолютной влажности воздуха в данный момент времени к максимально возможному значению абсолютной влажности воздуха при данной температуре.

#### **Оборудование:**

1. Комплект психрометров Ассмана.
2. Таблицы приложения А.

Описание приборов:

Измерение влажности воздуха производят на основе психрометрического метода. Работа выполняется с помощью психрометра Ассмана на основании показаний двух термометров, резервуар одного из которых обернут батистом, смоченным дистиллированной водой.

Относительную влажность воздуха определяют на основании одновременных показаний сухого и влажного термометров по их разности с помощью специальных таблиц (приложение А).

**Аспирационный психрометр Ассмана** (рисунок 1.2) дает более точные и устойчивые показания, так как оба термометра (сухой и влажный) обдуваются воздухом с постоянной скоростью, защищены от лучистого тепла и влияния внешних потоков воздуха.

Прибор состоит из двух одинаковых метеорологических ртутных термометров 4, закрепленных в специальной оправе 5. Резервуар правого термометра обернут батистом 7 в один слой и перед работой смачивается дистиллированной водой при помощи пипетки.

Резервуары термометров вставлены во всасывающие трубки 6, защищенные от лучистого нагрева. В верхней части всасывающие трубки объединены воздухопроводной трубкой, которая крепится к аспирационной головке 1. В аспирационной головке размещен вентилятор с приводом, который протягивает воздух около резервуаров термометров со скоростью около 2 м/с.

Выпускают две модификации аспирационных психрометров Ассмана: с механическим и электрическим приводами.

В лабораторных условиях наиболее удобен психрометр с электрическим приводом, так как скорость воздушного потока в нем поддерживается постоянной в течение всего замера.



В психрометрах с механическим приводом скорость воздушного потока на шестой минуте снижается с 2 до 1,7 м/с. Однако при исследовании параметров воздушной среды в натуральных условиях, психрометр с механическим приводом обеспечивает большую свободу выбора точек для замеров.

От механических повреждений и лучистого нагрева термометры защищены термозащитой, а от влияния внешних потоков воздуха — ветровой защитой.

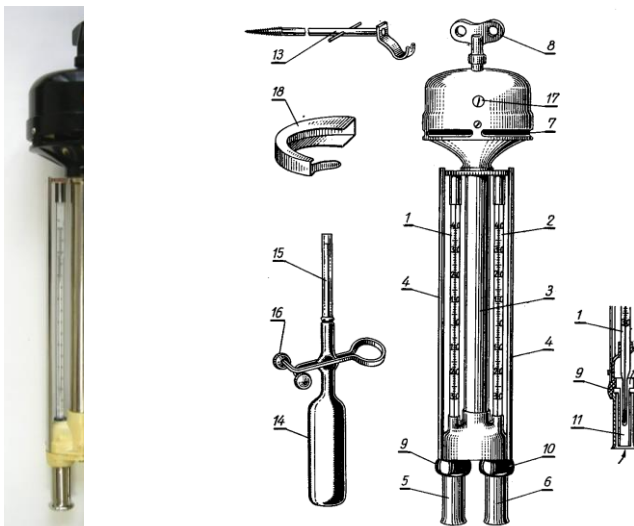


Рисунок 1.2 — Аспирационный психрометр Ассмана: *а* — общий вид;

*б* — разрез; 1, 2 — ртутные метеорологические термометры («сухой» и «влажный»); 3 — корпус; 4 — планки корпуса; 5, 6 — защитные патрубки; 7 — аспиратор; 8 — механический ключ; 9, 10 — пластмассовые кольца, защищающие от передачи тепла от корпуса к термометрам; 11, 12 — внутренние трубки, в которых помещаются резервуары термометров; 13 — железный крюк — подвес; 14 — резиновая груша для смачивания батиста; 15 — стеклянная пипетка; 16 — зажим; 17 — винт; 18 — кольцо

Работа может быть выполнена и с помощью психрометра Августа. Принцип действия прибора основан на свойстве обезжиренного волоса изменять длину в зависимости от влажности воздуха. Приборы, работа которых основана на этом принципе, требуют периодической проверки психрометрическим методом.

**Указания по технике безопасности:**

Пребывание обучающихся во время занятия в аудитории разрешается только в присутствии преподавателя, или только с ведома преподавателя.

Обучающимся запрещается:

- прикасаться к задним стенкам устройств и проводам компьютера;
- класть принадлежности на устройства компьютера;
- наклоняться к монитору ближе 20 см;
- работать при недостаточном освещении;
- приступать к работе без разрешения преподавателя.

Учащиеся должны:

- быть внимательными, дисциплинированными, поддерживать порядок на рабочем месте;
- знать порядок включения и выключения компьютера;
- строго находиться на своих местах во время работы;
- не допускать паники при пожаре или аварийной ситуации.

### ***Методика выполнения работы***

1. Определить барометрическое давление с помощью барометра-анероида. Результаты занести в таблицу 1.3.



Барометр предназначен для измерения атмосферного давления и температуры воздуха внутри помещения при температуре воздуха от +10 до +50 °С и относительной влажности воздуха до 80 %.

Диапазон измерений атмосферного давления таким барометром от 610 до 790 мм рт. ст. (от 80 до 120 кПа). Пределы допускаемой погрешности измерений  $\pm 0,8$  мм рт. ст.

Рисунок 1.3 —  
Барометр анероид М67

Таблица 1.3 — Результаты измерений относительной влажности с использованием психрометра Ассмана

| № расчетной точки | Барометрическое давление, мм рт. ст. | Показания психрометра Ассмана, °С |                       | Психрометрическая разность «сухого» и «влажного» термометров, °С | Относительная влажность воздуха, $\varphi$ , % (по приложению А или рисунку 1.4) | Абсолютная влажность воздуха, $\varphi$ , г/м <sup>3</sup> (по приложению Б) | Температура точки росы, °С, (по приложению Б) |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--|--|--|---|
|                   |                                      | «сухого» термометра               | «влажного» термометра |  |  |  |   |
| 1                 |                                      |                                   |                       |  |  |  |   |
| 2                 |                                      |                                   |                       |  |  |  |   |
| 3                 |                                      |                                   |                       |  |  |  |   |
| 4                 |                                      |                                   |                       |  |  |  |   |
| 5                 |                                      |                                   |                       |  |  |  |   |
| средн<br>ее       |                                      |                                   |                       |  |  |  |   |

2. Определить влажность воздуха. Для этого ознакомиться с принципом работы и устройством аспирационного психрометра Ассмана.

Чтобы смочить батист на резервуаре влажного термометра, берут пипетку с резиновой грушей, заранее наполненную дистиллированной водой, и легким нажимом на грушу доводят уровень воды в стеклянной трубке до риски. Через 2—3 с, не вынимая пипетки из трубки, разжимают зажим, вбирая излишнюю воду в грушу, и вынимают пипетку. По прошествии четырех минут после смачивания заводится механизм аспиратора ключом.

3. После того, как механизм аспиратора останавливается, ожидают 30 с и снимать показания термометров с точностью до 0,2 °С.

4. Замеры производить при установившемся режиме в центре и четырех точках по периметру помещения, три раза в каждой точке с интервалом в 10—15 минут и результаты занести в таблицу 1.3. Перед замерами проверять батист, смачивать его по необходимости.

*Относительную влажность воздуха  $\varphi$ , (%)*, определяют по таблице приложения А в зависимости от показаний сухого термометра и разности показаний сухого и влажного термометров.

Относительную влажность по показаниям психрометра Ассмана также можно определять по психрометрическому графику (рисунок 1.4) в следующем порядке: по вертикальным линиям отмечают показания сухого термометра, а по наклонным — влажного. На пересечении этих линий

получают значения относительной влажности  $\varphi$ , (%), обозначенные на кривых линиях графика цифрами.

5. Результаты измерений необходимо занести в таблицу 1.3.

6. По результатам расчета сделать обобщающий вывод. В выводе необходимо привести анализ существующих нормативов комфортности пребывания в помещении лаборатории и выполненных замеров.

### Приложение А

#### Данные для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометра Ассмана

| Психрометрическая разница, °С | Относительная влажность воздуха $\varphi$ , (%), при температуре сухого термометра, °С |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                               | +16  | +18 | +20 | +22 | +24 | +26 | +28 | +30 | +32 |
| <i>l</i>                      | 2  | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| <b>0,0</b>                    | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| <b>0,1</b>                    | 99   | 99  | 99  | 99  | 99  | 99  | 99  | 99  | 100 |
| <b>0,2</b>                    | 99   | 99  | 99  | 99  | 99  | 99  | 99  | 99  | 99  |
| <b>0,3</b>                    | 98   | 98  | 98  | 98  | 98  | 98  | 98  | 98  | 98  |
| <b>0,4</b>                    | 97   | 97  | 97  | 97  | 97  | 97  | 97  | 97  | 97  |
| <b>0,5</b>                    | 96   | 96  | 96  | 96  | 96  | 96  | 96  | 96  | 96  |
| <b>0,6</b>                    | 95   | 95  | 95  | 95  | 95  | 95  | 95  | 95  | 95  |
| <b>0,7</b>                    | 94   | 94  | 94  | 94  | 94  | 94  | 94  | 94  | 94  |
| <b>0,8</b>                    | 93   | 93  | 93  | 93  | 94  | 94  | 94  | 94  | 94  |
| <b>0,9</b>                    | 92   | 92  | 92  | 92  | 93  | 93  | 93  | 93  | 94  |
| <b>1,0</b>                    | 91   | 91  | 91  | 91  | 92  | 92  | 93  | 93  | 93  |
| <b>1,1</b>                    | 90   | 90  | 90  | 90  | 91  | 91  | 92  | 92  | 92  |
| <b>1,2</b>                    | 89   | 89  | 90  | 90  | 91  | 91  | 91  | 91  | 91  |
| <b>1,3</b>                    | 88   | 88  | 89  | 89  | 90  | 90  | 90  | 90  | 90  |
| <b>1,4</b>                    | 87   | 87  | 88  | 88  | 89  | 89  | 89  | 89  | 89  |
| <b>1,5</b>                    | 86   | 86  | 87  | 87  | 88  | 88  | 88  | 89  | 89  |
| <b>1,6</b>                    | 85   | 85  | 86  | 86  | 87  | 87  | 87  | 88  | 89  |
| <b>1,7</b>                    | 84   | 84  | 85  | 85  | 86  | 86  | 87  | 88  | 88  |
| <b>1,8</b>                    | 83   | 83  | 84  | 85  | 85  | 85  | 86  | 87  | 87  |
| <b>1,9</b>                    | 82   | 82  | 83  | 84  | 85  | 85  | 85  | 86  | 87  |
| <b>2,0</b>                    | 81   | 81  | 82  | 83  | 84  | 84  | 85  | 86  | 86  |
| <b>2,1</b>                    | 80   | 81  | 82  | 82  | 83  | 83  | 84  | 85  | 85  |
| <b>2,2</b>                    | 79   | 80  | 81  | 81  | 82  | 82  | 83  | 84  | 85  |
| <b>2,3</b>                    | 78   | 79  | 80  | 80  | 81  | 82  | 83  | 84  | 84  |
| <b>2,4</b>                    | 77   | 78  | 80  | 80  | 81  | 81  | 82  | 83  | 84  |
| <b>2,5</b>                    | 77   | 78  | 79  | 79  | 80  | 81  | 82  | 83  | 82  |
| <b>2,6</b>                    | 76   | 77  | 78  | 79  | 80  | 80  | 81  | 82  | 82  |

|            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>2,7</b> | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 |
| <b>2,8</b> | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 78 | 79 | 80 | 81 |
| <b>2,9</b> | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 |
| <b>3,0</b> | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |
| <b>3,1</b> | 71 | 72 | 73 | 73 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 |
| <b>3,2</b> | 70 | 72 | 72 | 74 | 74 | 75 | 76 | 78 | 79 |
| <b>3,3</b> | 69 | 71 | 71 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 |
| <b>3,4</b> | 68 | 70 | 70 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 |
| <b>3,5</b> | 67 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 |
| <b>3,6</b> | 66 | 68 | 69 | 71 | 71 | 72 | 73 | 75 | 76 |
| <b>3,7</b> | 65 | 67 | 68 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |
| <b>3,8</b> | 64 | 66 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 74 | 75 |
| <b>3,9</b> | 63 | 65 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 73 | 74 |
| <b>4,0</b> | 62 | 64 | 66 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 74 |
| <b>4,2</b> | 61 | 62 | 64 | 66 | 68 | 69 | 70 | 71 | 73 |
| <b>4,4</b> | 58 | 60 | 63 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 71 |
| <b>4,6</b> | 57 | 59 | 61 | 63 | 65 | 66 | 67 | 68 | 70 |
| <b>4,8</b> | 55 | 58 | 60 | 62 | 63 | 65 | 66 | 67 | 69 |
| <b>5,0</b> | 54 | 56 | 58 | 60 | 62 | 64 | 65 | 66 | 68 |
| <b>5,2</b> | 52 | 54 | 56 | 59 | 61 | 62 | 63 | 65 | 66 |
| <b>5,4</b> | 50 | 52 | 54 | 58 | 59 | 61 | 62 | 64 | 65 |
| <b>5,6</b> | 48 | 50 | 53 | 56 | 58 | 60 | 61 | 63 | 64 |
| <b>5,8</b> | 47 | 49 | 52 | 55 | 57 | 59 | 60 | 62 | 63 |
| <b>6,0</b> | 46 | 48 | 51 | 54 | 56 | 58 | 59 | 61 | 62 |
| <b>6,2</b> | 44 | 47 | 49 | 52 | 54 | 56 | 58 | 60 | 61 |
| <b>6,4</b> | 42 | 45 | 47 | 51 | 53 | 55 | 56 | 58 | 60 |
| <b>6,6</b> | 41 | 44 | 46 | 49 | 51 | 53 | 55 | 57 | 59 |
| <b>6,8</b> | 40 | 43 | 45 | 48 | 50 | 52 | 54 | 56 | 58 |
| <b>7,0</b> | 38 | 41 | 44 | 46 | 49 | 51 | 53 | 55 | 57 |
| <b>7,2</b> | 36 | 39 | 42 | 45 | 47 | 50 | 52 | 54 | 56 |
| <b>7,4</b> | 34 | 37 | 40 | 44 | 46 | 49 | 51 | 53 | 55 |

**Содержание отчета:** в соответствии с заданием.

**Контрольные вопросы**

1. Дать определения: абсолютной влажности; давления насыщенного пара и зависимости его от температуры; относительной влажности воздуха и ее значения для характеристики влажностного режима в помещении.
2. Приборы для измерения температуры и влажности воздуха, их достоинства и недостатки, точность измерений.
3. Порядок вычисления относительной и абсолютной влажности воздуха по данным, полученным с помощью психрометров Ассмана и Августа.
4. Привести данные нормативов по температуре и влажности воздуха для обеспечения комфортности пребывания в жилых и общественных зданиях.

**Список рекомендуемой литературы:**

Перечень основной литературы:

1. Соловьев, А. К. Физика среды : [учебник] / А.К. Соловьев. - М. : АСВ, 2011. - 352 с. - На учебнике гриф: Рек.УМО. - Прил.: с. 287-341. - ISBN 978-5-93093-629-2

Перечень дополнительной литературы:

1. Балькин, В.М. Конструкции зданий и расчеты параметров среды обитания : учебное пособие / В.М. Балькин, Т.Е. Гордеева. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2011. - 86 с. - ISBN 978-5-9585-0404-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143873> (07.08.2015).

## Лабораторная работа № 2

### Определение освещенности естественным боковым светом в натуральных условиях

#### **Цель работы:**

- 1) ознакомиться с действием и устройством люксметра;
- 2) произвести замеры естественной освещенности боковым светом в лаборатории;
- 3) уточнить нормативные данные в соответствии с СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» [7];
- 4) сравнить полученные результаты с приведенными в нормативной литературе значениями и сделать вывод.

#### **Приборы и оборудование:**

1. Люксметр.
2. Рулетка.
3. План и поперечный разрез помещения, выполненные на кальке (или другой прозрачной основе).
4. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» [7] для определения нормативных показателей естественной освещенности боковым светом в лаборатории.

#### **Методика выполнения работы**

1. Ознакомиться с теоретическими данными и последовательностью выполнения лабораторной работы.
2. Выполнить обмеры помещения рулеткой.
3. Выполнить план и поперечный разрез помещения лаборатории схематично, на прозрачной основе (кальке). Нанести оконные проемы и условную рабочую поверхность (поверхность, на которой выполняется максимальное число трудовых операций; для лаборатории это значение совпадает с высотой поверхности стола). Полученные план и разрез должны быть выполнены с размерами, как показано на рисунке 5.1.
4. Нанести расчетные точки (минимум пять). Выставить их номера на плане и разрезе. Обозначить и подписать плоскость оконных проемов на плане.

**Формируемые компетенции:** ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения

#### **Теоретическая часть:**

Освещение рабочего места - важный фактор создания нормальных условий труда. Неудовлетворительное освещение может

искажить информацию. получаемую человеком посредством зрения, кроме того оно утомляет не только зрение, но вызывает утомление организма в целом, отрицательно сказывается на состоянии центральной нервной системы. Неправильное освещение может являться причиной производственного травматизма. Освещение влияет на производительность труда и качество выпускаемой продукции Так при выполнении операции точной сборки увеличение освещенности с 50 до 1000 лк позволяет получить повышение производительности труда до 25 % и даже при выполнении работ малой точности, не требующих большого зрительного напряжения, увеличение освещенности рабочего места повышает производительность труда на 2-3 %

Оптической областью спектра называется часть электромагнитного спектра с длиной волны = 10 - 340 нм. Она делится на:

- инфракрасное излучение ( = 340 - 770 нм). которое проявляется в основном в тепловом воздействии:

- видимое излучение ( = 770 - 380 нм): в зависимости от длины волны вызывает у человека, различные световые и цветовые ощущения: от фиолетового ( = 400 нм) до красного ( = 750 нм). Зрение наиболее чувствительно к излучению с длиной волны = 550 нм. что соответствует желто-зеленому цвету: к границам видимого спектра чувствительность уменьшается;

- ультрафиолетовое излучение ( = 380 - 10 нм). УФ излучение оказывает биологически положительное воздействие на организм человека, вызывая загар При высокой интенсивности УФ излучение способно вызвать ожог кожи. глаз. УФ излучение возникает при электро и газовой сварке, при работе кварцевых ламп, электрической дуги высокой интенсивности, лазерных установок. Защита от УФ излучений проста - их пропускают на ткань одежды и очки с простым стеклом.

По источнику света производственное освещение может быть:

- естественным, созданным небесным светом,  
- искусственным, осуществляемым электрическими лампами;  
- совмещенным, представляющим собой сочетание естественного и искусственного.

Естественное освещение по своему спектральному составу является наиболее приемлемым; в нем больше необходимых человеку ультрафиолетовых лучей; оно обладает высокой диффузностью (рассеянностью) света, что весьма благоприятно для зрительных условий работы.

Естественное освещение подразделяют на;

- боковое, осуществляемое через световые проемы в наружных стенах;



- верхнее, организованное через световые проемы в крыше (фонари, купола);

- комбинированное, представляющее собой совокупность верхнего и бокового естественного освещения.

искусственное освещение по конструктивному исполнению может быть двух систем:

- общее, когда освещается все производственное помещение;

- комбинированное, когда к общему добавляется местное освещение, концентрирующее световой поток непосредственно на рабочих местах.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на следующие виды:

- рабочее - для обеспечения нормальной работы, прохода людей и движения транспорта;

- аварийное - устраивается для продолжения работы в случае внезапного отключения рабочего освещения, наименьшая освещенность рабочих поверхностей, требующих обслуживания при аварийном режиме, должна составлять 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения при системе общего освещения;

- эвакуационное - для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения. Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность в помещениях на полу не менее 0,5 лк, а на открытых территориях - не менее 0,2 лк.

- охранное - для освещения площадок предприятия;

- дежурное - для освещения помещений;

- ритмное - УФ облучение для компенсации "солнечного голодания";

- бактерицидное - УФ облучение для обеззараживания воздуха помещения.

При естественном освещении создаваемая освещенность изменяется в очень широких пределах. Эти изменения обусловлены временем дня, года и метеорологическими факторами: характером облачности и отражающими свойствами земного покрова. Поэтому естественное освещение нельзя количественно задавать величиной освещенности. В качестве нормируемой величины для естественного освещения принята, относительная величина коэффициент естественной освещенности КЕО.

КЕО есть выраженное в процентах отношение освещенности в данной точке внутри помещения  $E_v$  к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности  $E_n$ , создаваемой светом всего небосвода;

Таким образом, КЕО оценивает размеры оконных проемов, вид остекления и переплетов, их загрязнение, т.е. способность системы естественного освещения пропускать свет.

Естественное освещение в помещении регламентируется нормами СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение". Нормативное значение КЕО с учетом характера выполняемой зрительной работы, системы естественного освещения, района расположения здания следует рассчитывать по формуле:

где  $E_n$  - нормированное значение КЕО (%);

$E_t$  – табличное значение КЕО (%), определяемое по СНиП 23-05-95

$m$  - коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от района расположения здания;

$c$  - коэффициент солнечности климата, определяемый в зависимости от ориентации здания относительно сторон света.

Освещенность помещения естественным светом характеризуется коэффициентом естественной освещенности ряда точек, расположенных в пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и горизонтальной плоскости, находящейся на высоте 0,8 м над уровнем пола и принимаемой за условную рабочую поверхность.

При боковом естественном освещении минимальное значение освещенности нормируется :

- при одностороннем - в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;

- при двустороннем - в точке посередине помещения на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности.

При верхнем и комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение КЕО.

Принцип расчета естественного освещения Расчет естественного освещения производится путем определения КЕО в различных точках характерного разреза, помещения. Учитывается световой поток прямого диффузного света небосвода, а также света, отраженного от внутренних поверхностей помещения и от противостоящих зданий.

Результат расчета естественного освещения - определение площади световых проемов и их размещение.

Для расчета естественного освещения необходимо иметь следующие данные: длину и ширину помещения, количество проемов, значение коэффициента отражения стен и потолка, коэффициентов светопропускания и затенения окон противостоящими зданиями, а также степень точности выполняемой работы.

Для обеспечения нормированного значения КЕО площадь световых проемов определяется по формуле:

- при боковом освещении

где  $e$  - нормированное значение КЕО;

$S_o, S_f$  - площадь окон и фонарей соответственно;

$S_n$  - площадь пола;

- общий коэффициент светопропускания, характеризующий потерю света, в материале остекления;

$r_1, r_2$  - коэффициент, учитывающий повышение КЕО за счет отраженного света; Ориентировочно значение  $r_1$  можно принимать в пределах 1.5-3.0; причем большее значение при боковом одностороннем освещении, меньшее при боковом двухстороннем;  $r_2$  выбирают в пределах 1.1-1.4

- световая характеристика окна и фонаря;

$K_{зд}$  - коэффициент, характеризующий затенение окон от противостоящих зданий 1.0-1.5

$K_p$  - коэффициент запаса (принимается равным 1,5-2), причем меньшее значение используется при вертикальном светопропускании

Определив площадь световых проемов  $S_{np}$  и зная площадь окон  $S_{ок}$  определяют количество окон .

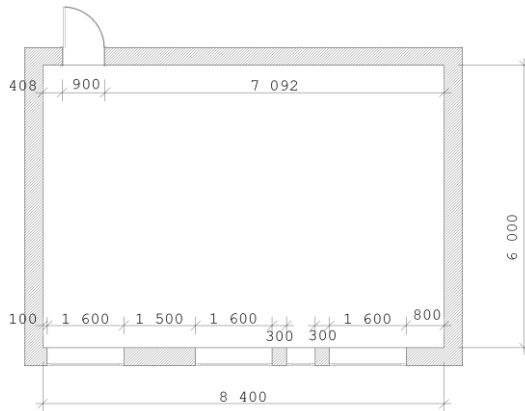
Источники искусственного света При выборе источника света искусственного освещения принимают во внимание следующие характеристики:

электрические (номинальное напряжение, В; мощность лампы, Вт)

светотехнические (световой поток лампы, лм; максимальная сила света  $I_{max}$ , КД).

эксплуатационные (световая отдача лампы  $\phi = F/P$ , лм/Вт; полезный срок службы).

*А*



*Б*

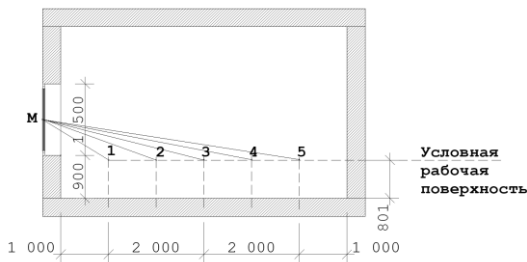


Рисунок 2.1 — Пример выполнения схем плана (*А*) и поперечного разреза (*Б*) помещения на прозрачной основе

**Оборудование:** ПК с конфигурацией, Операционные системы и утилиты: Windows XP/Vista/7/8 или аналогичные; Офисные пакеты : MS Office (версия 7-10 и выше) ; Обязательные приложения: MS Word MS Excel MS Access MS PowerPoint MS Outlook ; Программные средства для подготовки и просмотра электронных документов: Adobe Reader DjVu Reader/

**Указания по технике безопасности:**

Пребывание обучающихся во время занятия в аудитории разрешается только в присутствии преподавателя, или только с ведома преподавателя.

Обучающимся запрещается:

- прикасаться к задним стенкам устройств и проводам компьютера;

- класть принадлежности на устройства компьютера;

- наклоняться к монитору ближе 20 см;

- работать при недостаточном освещении;

- приступать к работе без разрешения преподавателя.

Учащиеся должны:

- быть внимательными, дисциплинированными, поддерживать порядок на рабочем месте;

- знать порядок включения и выключения компьютера;

- строго находиться на своих местах во время работы;

- не допускать паники при пожаре или аварийной ситуации.

**Задания:** Студенты в ходе лабораторной работы, должны рассчитать нормируемое значение КЕО по следующей формуле:

$$e_N = e_H \cdot m_N , \quad (2.1)$$

где  $e_H$  — значение КЕО для соответствующего вида освещения и разряда зрительных работ [7, таблица 2 (для жилых и общественных зданий)];  $m_N$  — коэффициент светового климата [7, таблица 4];  $N$  — номер группы административного района по ресурсам светового климата (для города Белгород номер группы административного района — 2).

Полученные в результате измерений данные необходимо представить в виде графика. На график измеренного значения освещенности нанести нормативное значение, сопоставить их и сделать вывод.

**Содержание отчета:** в соответствии с заданием.

### **Контрольные вопросы**

1. Каким прибором измеряют освещенность в помещении? Единицы измерения. Точность измерений и от чего она зависит.

2. Как влияет геометрия проемов, их площадь, расположение относительно сторон света на распределение естественной освещенности? Ответ объясните на примере.

### **Список рекомендуемой литературы:**

Перечень основной литературы:

1. Соловьев, А. К. Физика среды : [учебник] / А.К. Соловьев. - М. : АСВ, 2011. - 352 с. - На учебнике гриф: Рек.УМО. - Прил.: с. 287-341. - ISBN 978-5-93093-629-2

Перечень дополнительной литературы:

1. Балькин, В.М. Конструкции зданий и расчеты параметров среды обитания : учебное пособие / В.М. Балькин, Т.Е. Гордеева. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2011. - 86 с. - ISBN 978-5-9585-0404-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143873> (07.08.2015).

## Лабораторная работа №3

### Определение коэффициента светотражения различных поверхностей стен в натуральных условиях

#### **Цель работы:**

- 1) ознакомиться с теоретическими аспектами и методикой выполнения работы;
- 2) ознакомиться с действием и устройством люксметра;
- 3) измерить коэффициенты светотражения различных по фактуре и цвету поверхностей в натуральных условиях (обои, доска);
- 4) сравнить полученные результаты с нормативными данными.

**Формируемые компетенции:** ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения

#### **Теоретическая часть:**

Естественная освещенность в значительной мере зависит от отражения света в помещении. Правильное использование светотражения дает возможность повысить общую освещенность помещения.

Измерение коэффициента светотражения производится для пола, потолка, стен. Необходимо равномерное освещение исследуемых поверхностей естественным или близким по спектральному составу искусственным светом (люминесцентными лампами). Коэффициент светотражения поверхностей определяется путем измерения освещенности от падающего и отраженного световых потоков.

Светотражение поверхности оказывает большое влияние на освещенность помещения. Правильное использование светотражения поверхности дает возможность в целом повысить освещенность в помещении без увеличения площади светопроемов.

При проектировании жилых, общественных и промышленных зданий учитывают светотражение стен и потолков в соответствии с назначением помещений и особенностями технологических процессов. Для этого подбирают соответствующие по цвету и фактуре отделочные материалы, а также виды окраски или отделки. Характеристикой светотражающих свойств поверхностей является коэффициент отражения, который можно определить по формуле:

$$\rho = \frac{F_{\text{отражен.}}}{F_{\text{падающ.}}}, \quad (3.1)$$

где  $F_{\text{отражен.}}$  — величина отраженного светового потока;  $F_{\text{падающ.}}$  — величина падающего светового потока, лк.

При определении коэффициента светопропускания в натуральных условиях отношение величин отраженного и падающего светового потока  $F_{\text{падающ.}} / F_{\text{отражен.}}$  приблизительно заменяют отношением освещенностей  $E_{\text{падающ.}} / E_{\text{отражен.}}$ ; причем  $E_{\text{отражен.}}$  замеряют на самой поверхности, а  $E_{\text{падающ.}}$  — на расстоянии 25 сантиметров от поверхности стены, в параллельной ей плоскости.

#### **Оборудование:**

1. Люксметр.
2. Линейка.

#### **Указания по технике безопасности:**

Пребывание обучающихся во время занятия в аудитории разрешается только в присутствии преподавателя, или только с ведома преподавателя.

Обучающимся запрещается:

- прикасаться к задним стенкам устройств и проводам компьютера;
- класть принадлежности на устройства компьютера;
- наклоняться к монитору ближе 20 см;
- работать при недостаточном освещении;
- приступать к работе без разрешения преподавателя.

Учащиеся должны:

- быть внимательными, дисциплинированными, поддерживать порядок на рабочем месте;
- знать порядок включения и выключения компьютера;
- строго находится на своих местах во время работы;
- не допускать паники при пожаре или аварийной ситуации.

#### **Задания:**

1. Ознакомиться с теоретическими данными и последовательностью выполнения лабораторной работы.

2. Выбрать для исследовательской работы в помещении различные по фактуре, обработке и цвету поверхности стен, размером не менее 2×2 метра (например, доска и стена с обоями).

3. На каждом участке поочередно измерить величины падающего и отраженного потоков света. Для этого фотоэлемент прикладывают сначала тыльной стороной к середине исследуемого участка, а затем поворачивают фотоэлемент к стене так, чтобы он оказался от нее на расстоянии примерно 25 см.



Располагать фотоэлемент надо таким образом, чтобы все места измерения находились в одном створе.

Расположение фотометрической головки прибора должно быть параллельно плоскости измеряемого объекта.

Необходимо обратить внимание на то, чтобы тень производящего измерения не падала на окно фотоприемника. В случае появления на индикаторе сигнала «I», означающего перегрузку по входному сигналу, необходимо переключить прибор в следующий диапазон измерений.

4. Результаты замеров величин прямого и отраженного светового потока повторяют трижды и фиксируют в таблице 3.1.

В таблице, в графе «примечания», отмечают цвет и фактуру исследуемой поверхности, состояние окраски, а также освещенность поверхности.

5. Результаты измерений светоотражения необходимо сопоставить с данными, приведенными в [3] или в таблице 3.2.

6. В отчете привести план помещения и обозначить участки стен, для которых производились замеры светоотражения поверхности.

Таблица 3.1 — Результаты измерения коэффициента светоотражения

| Дата и время проведения измерений, номер помещения | Вид поверхности | № замера | Показания люксметра, лк, при положении фотоэлемента |   | Коэффициент светоотражения поверхности<br>$\rho = \frac{E_{\text{отражен.}}}{E_{\text{падающ.}}}$ | Примечание |
|--|-----------------|----------|---|---|---|------------|
|  |                 |          | на поверхности<br>$E_{\text{падающ.}}$              | против поверхности на расстоянии 25 см<br>$E_{\text{отражен.}}$ |   |            |
|  |                 | 1        |   |   |   |            |
|  |                 | 2        |   |   |   |            |
|  |                 | 3        |   |   |   |            |
|  |                 | среднее  |   |   |   |            |
|  |                 | 1        |   |   |   |            |
|  |                 | 2        |   |   |   |            |
|  |                 | 3        |   |   |   |            |
|  |                 | среднее  |   |   |   |            |

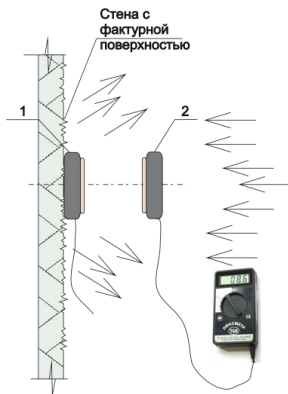


Рисунок 3.1 — Пример проведения замеров отраженного света люксметром (положения фотоэлемента при измерении светоотражения различных по фактуре поверхностей стен): 1 — измерение падающего на поверхность стены света; 2 — измерение света, отраженного от поверхности стены

Таблица 3.2 — Величина коэффициента светоотражения

| Вид материала                | Толщина, мм | Коэффициент светоотражения, % |
|------------------------------|-------------|-------------------------------|
| Стекло оконное листовое      | 2—3         | 8                             |
| Узорчатое прокатное стекло   | 3—6         | 20                            |
| Тонкие белые мраморные плиты | 8—9         | 55                            |
| Материал с белой окраской    | —           | 80                            |

**Содержание отчета:** в соответствии с заданием.

**Контрольные вопросы**

1. Какие приборы применяют для измерения освещенности?
2. Как проводить измерения КЕО в ясную погоду?
3. От чего зависит величина нормируемого КЕО в помещении?

**Список рекомендуемой литературы:**

Перечень основной литературы:

1. Соловьев, А. К. Физика среды : [учебник] / А.К. Соловьев. - М. : АСВ, 2011. - 352 с. - На учебнике гриф: Рек.УМО. - Прил.: с. 287-341. - ISBN 978-5-93093-629-2

Перечень дополнительной литературы:

1. Балькин, В.М. Конструкции зданий и расчеты параметров среды обитания : учебное пособие / В.М. Балькин, Т.Е. Гордеева. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2011. - 86 с. - ISBN 978-5-9585-0404-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143873> (07.08.2015).

