

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования
**«Нижегородский государственный архитектурно-строительный
университет»**

Кафедра безопасности жизнедеятельности

Исследование освещения рабочих мест

Методические указания для выполнения лабораторной работы по курсам
«Безопасность жизнедеятельности» и «Безопасность строительных систем»

Нижний Новгород, 2009

УДК 699.887

Исследование освещения рабочих мест

Методические указания для выполнения лабораторной работы по курсам «Безопасность жизнедеятельности» и «Безопасность строительных систем». Предназначены для студентов всех специальностей вуза.

Методические указания являются руководством для выполнения лабораторной работы по исследованию зависимости освещенности от высоты подвеса источника света, цвета отражающих поверхностей, а также распределения освещенности по площади помещения. Указания содержат описание люксметра-яркомера «Аргус-12» и методику измерения освещенности.

Составители:

ст. преподаватель Финаева Т. И.

ст. преподаватель Волкова М. В.

Под редакцией:

д. х. н., профессор Борисов А. Ф.

© Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2009

Лабораторная работа № 10

Исследование освещения рабочих мест

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

1. Ознакомление с основными светотехническими характеристиками.
2. Изучение систем и видов производственного освещения.
3. Изучение принципа работы прибора «Аргус-12» и методики измерения освещенности.
4. Исследование изменения освещенности в зависимости от высоты подвеса источника света.
5. Исследование влияния цвета отражающей поверхности на освещенность, создаваемую отраженным светом.
6. Изучение методики оценки освещенности помещения с построением изолюксов.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Через зрительный анализатор человек получает около 80 % общего объема информации. Качество поступающей информации во многом зависит от освещения: неудовлетворительное количественно или качественно, оно не только утомляет зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы. Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов, увеличивает скорость различения деталей, что сказывается на росте производительности.

Освещенность внутри помещений создается не только прямыми световыми потоками источников света, но и потоками, отраженными от потолка, стен и других поверхностей. Освещенность, создаваемая отраженной составляющей общего светового потока, зависит от цвета отражающих поверхностей, что необходимо учитывать при проектировании освещения интерьеров. Оценка освещенности проводится с помощью светотехнических единиц.

1.1. ОСНОВНЫЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Освещение в производственных помещениях характеризуется целым рядом количественных и качественных показателей. К количественным показателям относятся:

- световой поток Φ – часть лучистого потока, воспринимаемая человеком как свет, характеризует мощность светового излучения, измеряется в люменах (лм). 1 люмен это световой поток от точечного источника света силой в 1 канделу, помещенного в вершине телесного угла, равного 1 стерadianу (стерадиан – угол, вырезающий на поверхности сферы площадь, равную квадрату радиуса данной сферы);
- сила света J – пространственная плотность светового потока, определяется как отношение светового потока $d\Phi$, исходящего от источника и равномерно распространяющегося внутри элементарного телесного угла dQ к величине этого угла по формуле:

$$J = \frac{d\Phi}{dQ}, \quad (1)$$

измеряется в канделах (кд), от лат. *candela* – свеча.

Это одна из семи основных единиц измерения СИ. Сила света, излучаемая свечой, примерно равна одной канделе, поэтому раньше эта единица измерения называлась «свечой». Сейчас это название является устаревшим и не используется;

- освещенность E – поверхностная плотность светового потока. Определяется как отношение светового потока $d\Phi$, равномерно падающего на освещаемую поверхность dS (m^2), к ее площади по формуле:

$$E = \frac{d\Phi}{dS}, \quad (2)$$

измеряется в люксах (лк).

Один люкс это освещенность поверхности площадью в 1 м^2 световым потоком в 1 люмен;

- яркость L поверхности - поверхностная плотность силы света в заданном направлении, равная отношению силы света к площади светящейся поверхности. Единица измерения яркости кд/м^2 .

К качественным показателям относятся:

- фон – это поверхность, на которой происходит различение объекта. Фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее световой поток. Эта способность (коэффициент отражения ρ) определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока к падающему на нее световому потоку по формуле:

$$\rho = \frac{\Phi_{\text{отр}}}{\Phi_{\text{пад}}}, \quad (3)$$

Фон считается светлым при $\rho > 0,4$, средним при $\rho = 0,2 - 0,4$ и темным при значениях ρ , меньших $0,2$;

- контраст объекта с фоном – степень различения объекта и фона. Характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта (точки, линии, знака, риски или других элементов) и фона. Определяется по формуле:

$$k = \frac{(L_{\phi} - L_o)}{L_{\phi}}, \quad (4)$$

где L_{ϕ} и L_o , соответственно, яркости фона и рассматриваемого объекта.

Контраст объекта с фоном считается большим при $k > 0,5$ (объект и фон резко отличаются по яркости), средним при $k = 0,2 - 0,5$ (объект и фон заметно отличаются по яркости) и малым при $k < 0,2$ (объект и фон мало отличаются по яркости);

- коэффициент пульсации освещенности k_E – критерий глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока. Определяется по формуле:

$$k_E = \frac{(E_{\max} - E_{\min})}{2E_{\text{средн.}}} \times 100, \quad (5)$$

где E_{\max} , E_{\min} , $E_{\text{средн.}}$ – соответственно максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период колебания освещенности.

Измеряется в процентах. Для газоразрядных ламп $k_E = 25 - 65 \%$, для обычных ламп накаливания $k_E = 7 \%$, для галогенных ламп накаливания $k_E = 1 \%$. Источники света, построенные на базе светодиодов, вообще не имеют пульсации;

- видимость V характеризует способность глаза воспринимать объект. Она зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном по формуле:

$$V = \frac{k}{k_{\text{пор.}}}, \quad (6)$$

где $k_{\text{пор.}}$ – пороговый или наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличим на этом фоне;

- показатель ослеплённости P_o – критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой. Определяется по формуле:

$$P_o = 1000 \times \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right), \quad (7)$$

где V_1 и V_2 – видимость объекта различения соответственно при экранировании ярких источников света и их наличии в поле зрения.

1.2. СИСТЕМЫ И ВИДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Для освещения производственных помещений используют естественное, искусственное и совмещенное освещение. Естественное освещение помещений создается светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях, и меняется в зависимости от географической широты, времени года и суток, степени облачности и прозрачности атмосферы. Искусственное освещение создается электрическими источниками света. Совмещенное освещение – это освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Естественное освещение подразделяется на боковое (осуществляется через световые проемы в наружных стенах), верхнее (через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания) и комбинированное – сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Искусственное освещение может быть двух систем – общее освещение и комбинированное освещение. Общее освещение – это освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или применительно к расположению оборудования (общее локализованное освещение). Комбинированное освещение – это освещение, при котором к общему освещению добавляется местное, создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах. Применение только одного местного освещения не допускается т.к. это создает резкий контраст между освещенными и неосвещенными местами, утомляет зрение и может явиться причиной травматизма.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, охранное, дежурное и специальное. Рабочее освещение предусматривается для всех помещений здания, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. Аварийное освещение разделяется на освещение безопас-

ности и эвакуационное. Освещение безопасности устраивается для продолжения работы в случаях, если аварийное отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать взрыв, пожар, отравление людей, длительное нарушение технологического процесса и т.п. Освещение безопасности должно создавать на рабочих поверхностях в производственных помещениях и на территориях предприятий, требующих обслуживания при отключении рабочего освещения, наименьшую освещенность в размере 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения от общего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территорий предприятий. Эвакуационное освещение предназначено для обеспечения эвакуации людей из производственного помещения или из мест производства работ вне зданий при аварийном отключении рабочего освещения. Оно организуется в местах, опасных для прохода людей; на лестничных клетках, вдоль основных проходов производственных помещений, в которых работают более 50 чел. Освещенность на полу основных проходов и на ступеньках при эвакуационном освещении должна быть не менее 0,5 лк, на открытых территориях – не менее 0,2 лк. Охранное освещение устраивают вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время. Освещенность должна быть не менее 0,5 лк на уровне земли в горизонтальной плоскости или на уровне 0,5 м от земли на одной стороне вертикальной плоскости, перпендикулярной к линии границы. Дежурное освещение – это освещение в нерабочее время. Область применения, величины освещенности, равномерность и требования к качеству не нормируются. Специальное освещение может быть эритемным, бактерицидным и др.

1.3. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

К ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ОСВЕЩЕНИЮ

При организации производственного освещения необходимо обеспечить равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и окружающих

предметах. Светлая окраска потолка, стен и оборудования способствует равномерному распределению яркости.

Производственное освещение должно обеспечивать отсутствие в поле зрения работающего резких теней. Тени необходимо смягчать, применяя, например, при искусственном освещении светильники со светорассеивающими молочными стеклами; при естественном освещении, используя солнцезащитные устройства (жалюзи, козырьки и др.).

В поле зрения работающих должна отсутствовать прямая и отраженная блескость. Блескость – повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность), т. е. ухудшение видимости объектов. Блескость ограничивают уменьшением яркости источника света, правильным выбором защитного угла светильника, увеличением высоты подвеса светильников, правильным направлением светового потока на рабочую поверхность, а также изменением угла наклона рабочей поверхности. Там, где это возможно, блестящие поверхности следует заменять матовыми.

В поле зрения работающих должны отсутствовать колебания освещенности. Они могут быть вызваны, например, резким изменением напряжения в сети и приводят к значительному утомлению зрения. Постоянство освещенности во времени достигается стабилизацией плавающего напряжения, жестким креплением светильников и применением специальных схем включения газоразрядных ламп.

При организации производственного освещения следует выбирать необходимый спектральный состав светового потока. Это требование особенно существенно для обеспечения правильной цветопередачи, а в отдельных случаях для усиления цветовых контрастов. Оптимальный спектральный состав обеспечивает естественное освещение. Для создания правильной цветопере-

дачи применяют монохроматический свет, усиливающий одни цвета и ослабляющий другие.

2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Установка для исследования освещенности (см. рис. 1) состоит из камеры 1; источника света 2, укрепленного на штативе 3; бокового источника света 4 с выключателем 5; рамки со щитами, окрашенными в основные цвета 6 и люксметра, состоящего из светоприемника 7 и измерительного прибора 8.

2.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЛЮКСМЕТРА-ЯРКОМЕРА

«АРГУС-12»

Люксметр (от латинского *lux* – свет) – прибор для измерения освещенности. Простейший люксметр состоит из фотоэлемента, преобразующего световую энергию в энергию электрического тока, и измеряющего этот ток микроамперметра, проградуированного в люксах.

В измерительной головке установлен первичный преобразователь излучения - полупроводниковый кремниевый фотодиод с системой светофильтров.

На передней панели измерительного прибора размещен переключатель пределов измерений от 1 до 200 000 и в нижнем правом углу размещен переключатель измерений освещенности и яркости, соответственно «Lx» и «Cd/m²». В задней части прибора размещены элементы питания (батарейки типа «Крона»).

Показания индицируются в единицах Lx и Cd/m² в зависимости от выбранного вида измерений.

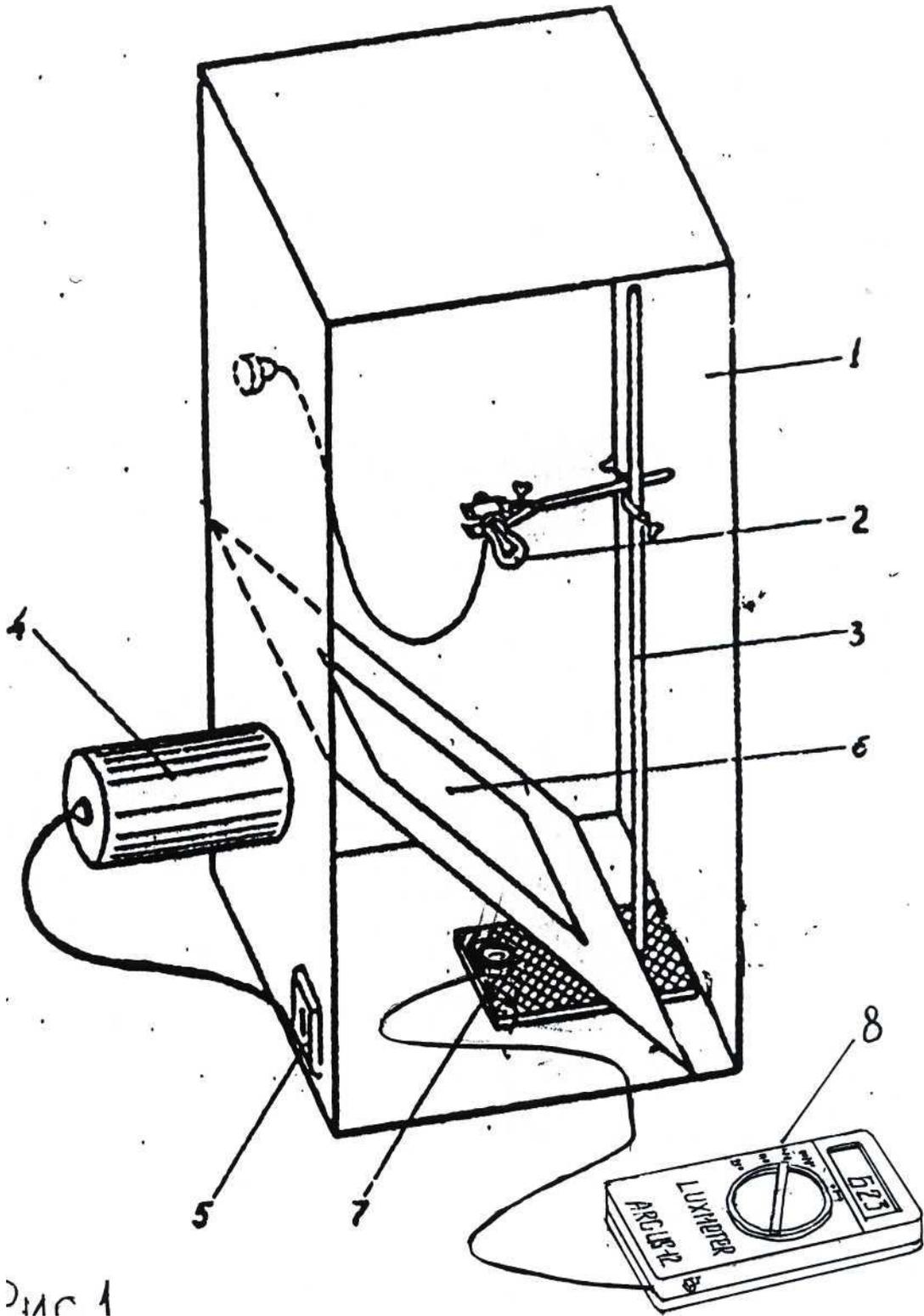


рис 1

Рис. 1

2.2. ИЗМЕРЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ

1. Установить измерительную головку прибора в месте, где необходимо измерить освещенность. Переключатель в нижнем правом углу установить в положение «Lx». Переключатель пределов измерений должен быть установлен в положение «off».

2. Включить прибор. Для этого переключатель пределов измерений установить в положение «200». При этом на цифровом табло индицируется значение освещенности в единицах люкс. Если в левой части табло загорается индикатор разряда батареи «bat», необходимо сменить элемент питания. Если в положении «200» на табло индицируется единица наивысшего разряда, а цифры остальных разрядов не горят, это означает перегрузку для данного предела измерений. В этом случае необходимо выбрать следующий предел измерений.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. Исследование освещенности в зависимости от высоты подвеса источника света.

3.1.1. Установить держатель лампы на штативе внутри камеры на уровне отметки 0,3 м.

3.1.2. Положить светоприемник на основание штатива.

3.1.3. Включить вилку светильника в розетку на внутренней стенке камеры.

3.1.4. Закрыть дверцу камеры, произвести измерение освещенности и результат занести в таблицу 1.

Таблица 1

Мощность источника света, Вт	Высота подвеса источника света, м	Предел измерения	Освещенность, лк
	0,3		
	0,6		
	0,9		

3.1.5. Аналогичные измерения произвести при установке источника света на высоте 0,6 м и 0,9 м.

3.1.6. Построить график изменения освещенности в зависимости от высоты подвеса источника света.

3.2. Исследование освещенности в зависимости от цвета отражающих поверхностей.

Цвет – свойство света вызывать определенное зрительное ощущение в соответствии со спектральным составом отражаемого или испускаемого излучения. Свет разных длин волн возбуждает различные цветовые ощущения:

при длине волны 460 нм – фиолетовое;

470 нм – синее;

480 нм – голубое;

520 нм – зеленое;

580 нм – желтое;

600 нм – оранжевое;

640 нм – красное.

3.2.1. Установить в камеру рамку под углом 45° с наклоном в сторону бокового источника света и положить на отверстие рамки окрашенный щит цветной поверхностью вниз.

3.2.2. Включить боковой источник света.

3.2.3. Закрыть дверцу камеры, произвести измерение освещенности и результат занести в таблицу 2.

Таблица 2

Мощность источника света, Вт	Цвет отражающей поверхности	Длина волны, нм	Предел изменения	Освещенность, лк
	Красный	640		
	Оранжевый	600		
	Желтый	580		
	Зеленый	520		
	Голубой	480		
	Синий	470		
	Фиолетовый	460		

3.2.4. Аналогичные измерения произвести со щитами других цветов.

3.2.5. Построить график изменения освещенности в зависимости от длины волны, соответствующей каждому цвету.

3.3. Исследование освещенности рабочих мест в помещении.

3.3.1. Построить эскиз плана помещения в масштабе 1:100 или 1:50 (рис. 2.)

3.3.2. Произвести измерения освещения точек в помещении лаборатории по сетке 1x1 м на высоте 0,8 м от пола.

3.3.3. На эскиз плана помещения лаборатории нанести измеренные величины освещенности точек и по ним построить изолюксы. (Изолюксы – изолинии равной освещенности, выраженной в люксах).

3.3.4. В соответствии с таблицей 3 определить зоны нормальной и недостаточной освещенности.

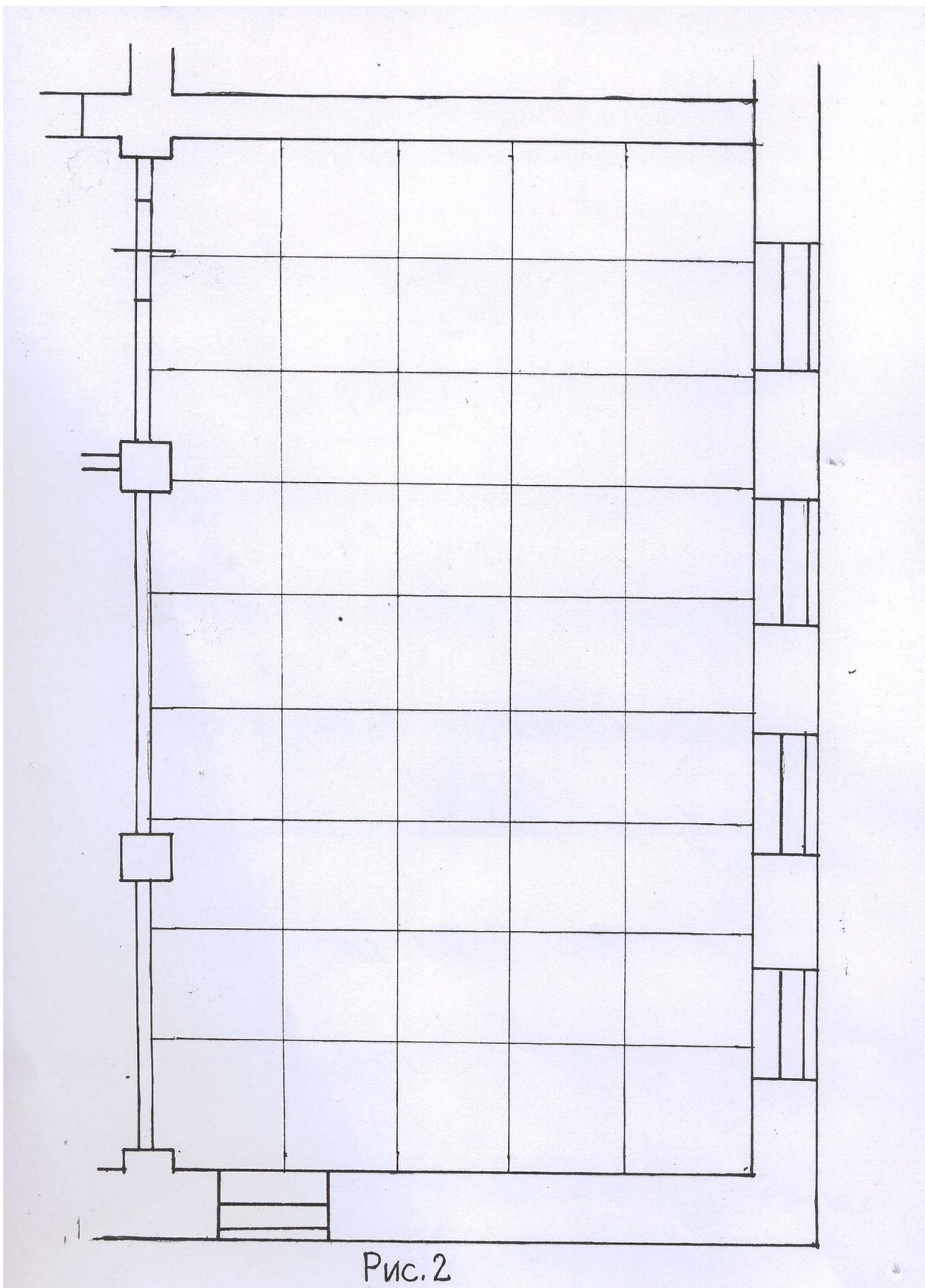


Рис. 2

"Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03", утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 6 апреля 2003 г., с 15 июня 2003 г. (извлечение)

Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения основных помещений общественного здания, а также сопутствующих им производственных помещений

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г – горизонтальная, В – вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО e_n , %		Освещенность, лк			Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, K_p , %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При комбинированном освещении		При общем освещении		
все-го	от общего			400	40		10	
34. Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории в техникумах и высших учебных заведениях	Г – 0,8	2,1	0,7			-		-

3.4. Составление отчета

Отчет о проделанной работе должен включать:

3.4.1. Наименование работы.

3.4.2. Цель работы.

3.4.3. Схема лабораторной установки.

3.4.4. Результаты измерений по каждому этапу работы, оформленные в виде таблиц и графиков.

3.4.5. Выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Принцип действия люксметра.
2. Перечислите количественные показатели освещения.
3. Перечислите качественные показатели освещения.
4. В каких единицах измеряются световой поток, сила света, яркость, освещенность.
5. Перечислите основные виды производственного освещения.
6. Требования к производственному освещению.
7. Как подразделяется искусственное освещение по функциональному назначению?
8. Как конструктивно подразделяют искусственное освещение?
9. Как конструктивно подразделяют естественное освещение?
10. Для чего предназначено освещение безопасности?
11. Для чего предназначено эвакуационное освещение?

ЛИТЕРАТУРА

«Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03»

Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С. В. Белов, А. В. Ильницкая, А. Ф. Козьяков и др. Под общ. Ред. С. В. Белова. М.: Высшая школа, 2004. – 606 с.

ГОСТ 24940-96 Методы измерения освещенности

Люксметр-яркоммер «Аргус-12» Паспорт, техническое описание и инструкция по эксплуатации

Безопасность жизнедеятельности: Словарь-справочник / Л. Н. Горбунова, А. А. Калинин, В. Я. Кондрасенко и др. Под общ. Ред. О. Н. Русака, К. Д. Никитина. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003.- 799 с.

Финаева Татьяна Ивановна

Волкова Марина Владимировна

Исследование освещения рабочих мест

Методические указания для выполнения лабораторной работы по курсам «Безопасность жизнедеятельности» и «Безопасность строительных систем».

Предназначены для студентов всех специальностей вуза.

Подписано в печать _____. Формат 60x90 1/16. Бумага газетная. Печать офсетная.

Уч. изд. л. _____. Усл. печ. л. _____. Тираж 150. Заказ № _____.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,

603950, Н. Новгород, ул. Ильинская, 65

Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, Н. Новгород, ул. Ильинская, 65