

КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра «Устойчивое развитие окружающей среды и безопасность
жизнедеятельности»

ИССЛЕДОВАНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ
ПОМЕЩЕНИЙ

Методическое руководство по курсу «Безопасность
жизнедеятельности»
для студентов всех специальностей

Бишкек - 2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ. Методическое руководство по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей. /Составители: С.В. Абдиева, Е.Н. Феоктистова: КРСУ. – Бишкек, 2019 г. - 19 с.

Целью работы является изучение различных видов освещения, требований к освещению, методов измерения и оценки эффективности освещения, а также ознакомление с измерительными приборами и нормативно-технической документацией.

Изложены методы определения эффективности освещения в помещениях при помощи объективных люксметров.

**Составители: к.с-х.н., доц. С.В.Абдиева,
ст.препод. Е.Н.Феоктистова**

Рецензент: д.т.н., проф. Е.М.Родина

Утверждено к печати советом РИСО КРСУ

ВИДЫ ОСВЕЩЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Освещение относится к одному из важнейших факторов производственной среды. Около 80% информации о внешнем мире человек получает через органы зрения. Качество и достоверность получаемой информации во многом зависят от освещения, которое должно обеспечивать наименьшее зрительное и общее утомление, безопасность труда, качество выполняемой работы и высокую производительность труда.

Недостаточная освещенность рабочих мест ведет к перенапряжению и увеличению утомляемости органов зрения и организма в целом, появлению раздражительности, вызывает угнетенное психологическое состояние человека, способствует развитию близорукости.

Чрезмерное освещение рабочих мест также отрицательно воздействует на нервную систему, вызывая частичную переадаптацию органов зрения из-за смены ярко освещенных мест рабочими поверхностями с недостаточной освещенностью, приводит к головным болям, раздражительности и переутомлению организма

Производственное освещение, не отвечающее нормативным требованиям, может послужить причиной травматизма в результате плохо освещенных зон, резких теней, слепящего действия ламп и бликов от них, которые могут вызвать полную потерю ориентации работающих.

Освещение по виду используемой энергии (источника света) подразделяют на естественное, искусственное и совмещенное.

Естественное освещение - освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы и наружные ограждающие конструкции.

Искусственное освещение - освещение помещений, создаваемое искусственными источниками света (различными лампами).

Совмещенное освещение – освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Естественное освещение помещений осуществляется с помощью систем бокового (одностороннего и двухстороннего, через световые проемы), верхнего (через световые фонари) и комбинированного (верхнего и бокового одновременно) освещения.

Естественное освещение, в особенности прямой солнечный свет, в

спектре которого преобладают ультрафиолетовые лучи, является наиболее благоприятным для органов зрения и для организма человека в целом. Важным преимуществом естественного освещения является его экономичность. К недостаткам естественного освещения можно отнести его изменчивость в зависимости от времени суток, времени года и погодных условий, усложняющих его расчет и регулирование в соответствии с нормами.

Искусственное освещение помещений и открытых пространств применяется, когда естественный свет отсутствует или недостаточен.

Существует три вида искусственного освещения: рабочее, аварийное и дежурное.

Рабочее освещение - освещение, предназначенное для обеспечения нормальной освещенности рабочего места.

Аварийное освещение - освещение для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения (для зданий ≈ 2 лк, для открытых площадок ≈ 1 лк).

Аварийное эвакуационное освещение - освещение для эвакуации людей и оборудования из помещений при аварийном отключении рабочего освещения.

Дежурное освещение - освещение объекта в нерабочее время (0,5 - 1,0 лк).

Устройство рабочего освещения обязательно во всех помещениях, на освещаемых территориях и площадях для обеспечения нормальной работы, прохода людей и движения транспорта. Искусственное освещение осуществляется при помощи осветительных приборов, которые состоят из источника света (ламп или прожекторов) и осветительной арматуры (отражателя, затемнителя, рассеивателя, защитного стекла, корпуса и т.д.). Арматура обеспечивает распределение светового потока, защищает глаза от блескости источников света, предохраняет лампу от механических повреждений и при необходимости создает герметичность и взрывобезопасность. В качестве источников света чаще всего используются газоразрядные лампы и лампы накаливания.

Газоразрядные лампы (люминесцентные) в последнее время получают все большее распространение. Спектр излучения люминесцентных ламп приближается к естественному свету (в основном ультрафиолетовые лучи). Эти лампы гигиеничны.

В спектре излучения **ламп накаливания** преобладают инфракрасные лучи, чем они существенно отличаются от излучений естественных

источников света (солнца, луны). Но эти лампы получили широкое распространение благодаря простоте производства и эксплуатации.

Система освещения может быть общей, местной или комбинированной.

Общее освещение - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или применительно к расположению рабочих мест (общее локализованное освещение).

Местное освещение - освещение, дополнительное к общему, создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах.

Комбинированное освещение - освещение, при котором к общему добавляется местное.

Целесообразность применения того или иного вида освещения определяется временем суток, местом расположения здания, характером производственных процессов и рядом других факторов.

Для оценки освещения применяются **количественные и качественные светотехнические параметры**.

К количественным показателям относятся следующие светотехнические параметры:

Световой поток (Φ) - мощность лучистой энергии, оцениваемая по световому ощущению глаза. Измеряется в люменах (лм).

Сила света (I) - пространственная плотность светового потока. Измеряется в канделах (кд).

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega},$$

Где: I - сила света;

Φ - световой поток, равномерно распределенный в пределах телесного угла ω .

Освещенность (E) - плотность светового потока на освещенной поверхности. Измеряется в люксах (лк).

$$E = \frac{d\Phi}{dS},$$

Где: E - освещенность;

Φ - световой поток;

S - освещаемая площадь

Люкс - освещенность поверхности площадью в 1м^2 световым потоком в 1 люмен.

Яркость поверхности (B) отношение силы света к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к данному направлению, измеряется в нитах (нт).

$$B = \frac{dI_{\alpha}}{dS \cdot \cos \alpha},$$

Где: B - яркость поверхности;

I_{α} - сила света от данного источника;

S - площадь проекции светящейся поверхности на плоскость;

К качественным показателям, характеризующим условия зрительной работы относятся: фон, контраст объекта с фоном, видимость, блескость, показатель ослепленности, коэффициент пульсации и др.

Фон - поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается;

Объект различения - рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

Контраст объекта различения с фоном - отношение абсолютной величины разности между яркостями объекта различения и фона к величине яркости фона:

$$K = \frac{B_o - B_{\phi}}{B_{\phi}},$$

Где: K - контраст объекта различения с фоном;

B_o - яркость объекта различения;

B_{ϕ} - яркость фона.

Контраст считается большим при $K > 0,5$ (объект и фон резко отличаются по яркости);

Контраст малый, если $K < 0,5$ (объект и фон мало отличаются по яркости);

Контраст средний, если $K = 0,2 - 0,5$.

Нормирование естественного освещения

Требования к освещению зданий изложены в СНиП [1]. Так как естественное освещение изменяется в широких пределах в

зависимости от времени суток, времени года и метеоусловий, в качестве нормируемого параметра принята относительная величина - коэффициент естественной освещенности (КЕО).

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) - отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или после отражения), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода.

$$KEO = \frac{E_{\text{в}}}{E_{\text{н}}} 100\%$$

где KEO - коэффициент естественной освещенности (%)

$E_{\text{в}}$ - освещенность в некоторой точке внутри помещения (лк);

$E_{\text{н}}$ - освещенность наружной горизонтальной поверхности (лк).

Достаточность естественного освещения в помещениях регламентируется нормами СНиП [1], которыми установлены значения коэффициентов естественной освещенности в зависимости от условий зрительной работы. Согласно действующим в настоящее время нормам освещенности естественным светом помещения разделены на восемь разделов по роду производимых работ (характеристике зрительной работы).

Характеристика зрительной работы по точности определяется размером объектов различения. Наименьшим размером объекта различения принято считать предмет, деталь предмета или дефект изделия (царапина, трещина, отклонение от заданного размера).

Нормированные значения КЕО для производственных помещений приведены в табл. 1.

Нормированные значения КЕО для жилых и общественных помещений приведены в табл.2.

Таблица 1

Нормы естественной освещенности рабочих мест в производственных помещениях

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	КЕО ^{III} , %		
				при верхнем или верхнем и боковом освещении	при боковом освещении	
					в зоне с устойчивым снежным покровом	на остальной территории СНГ
Наивысшая точность	Менее 0,15	I	-	10	2,8	3,5
Очень высокая точность	От 0,15 до 0,3	II	-	7	2	2,5
Высокая точность	Св. 0,3 до 0,5	III	-	5	1,6	2
Средняя точность	Св. 0,5 до 1	IV	-	4	1,2	1,5
Малая точность	Св. 1 до 5	V	-	3	0,8	1
Грубая (очень малая точность)	Более 5	VI	-	2	0,4	0,5
Работа со светящи-ми материалами и изделиями	Более 0,5	VII	-	3	0,8	1
Общее наблюдение за ходом производ-ственного процесса: постоянное периодическое		VIII	а	1	0,2	0,3
при постоянном пребывании людей в помещении	-		б	0,7	0,2	0,2
периодическое, при периодическом пребывании людей в помещении			в	0,5	0,1	0,1

Примечание: В таблице приведены нормируемые значения для зданий, расположенных в третьем поясе светового климата СНГ.

Нормы естественной освещенности в жилых и общественных помещениях

Помещение	Плоскость (Г-горизонтальная, В-вертикальная) нормирования освещенности и КЕО, высота плоскости над полом, м	Искусственное освещение				Естественное освещение		
		Освещенность рабочих поверхностей, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель диска форта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, % не более	КЕО е ^н , %		
						При верхнем или боковом освещении	В зоне с устойчивым снежным покровом	На остальной территории СНГ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Здания управлений, конструкторских и проектных организаций, научно-исследовательских учреждений								
1. Кабинеты и рабочие комнаты, проектные кабинеты	Г-0,8	300*	—	40	15	—	0,8	1
2. Проектные залы и комнаты, конструкторские, чертежные бюро	Г - 0,8	500*	—	40	10	5	1,6	2
3. Машинописные и машиносчетные бюро	Г-0,8	400*	—	40	10	4	1,2	1,5
4. Читальные залы. Школы, средние специальные и высшие учебные заведения.	Г-0,8	300*	100	40	15	3	0,8	1

	2	3	4	5	6	7	8	9
5. Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории, лаборантские	В-на середине доски	500	—	—	—	—	—	—
	Г-0,8 на рабочих столах и партах	300	—	40	15	4	1,2	1,5
6. Кабинеты технического черчения и рисования	В - на доске	500	—	—	—	—	—	—
	Г-0,8 на рабочих столах и партах	500	—	40	10	5	1,6	2
7. Спортивные залы	Пол.	200	—	25	15	3	0,8	1
	В- на уровне 2м от пола с обеих сторон на продольной оси помещения	75	—	—	—	—	—	—
8. Актзовые залы, киноаудитории	Пол.	200	75	90	—	—	—	—
9. Эстрады актовых залов	В -1,5	300	—	—	—	—	—	—
10. Кабинеты и комнаты преподавателей	Г– 0,8	200*	—	60	15	—	0,8	1
11. Рекреации	Пол	150	—	90	—	3	0,8	1
Жилые здания								
12. Жилые комнаты	Г– 0,8	100*,***	—	—	—	—	0,4	0,5
13. Кухни	Г– 0,8	100*,***	—	—	—	—	0,4	0,5
14. Коридоры, ванные, уборные	Пол	50	—	—	—	—	—	—

Нормированные значения коэффициентов естественной освещенности e_n с учетом характера зрительной работы для зданий, расположенных в I, II, IV и V поясах светового климата СНГ (рис.1), следует определять по формуле:

$$e_n^{I, II, IV, V} = e_n^{III} \cdot m \cdot c$$

где: e_n^{III} - значение КЕО при рассеянном свете от небосвода, определяемое с учетом характера зрительной работы по табл. 1;

m - коэффициент светового климата (без учета прямого солнечного света), определяемый по табл.3 в зависимости от района расположения здания на территории СНГ;

c - коэффициент солнечности климата с учетом прямого солнечного света, определяемый по табл.4 в зависимости от ориентации здания относительно сторон света.

Таблица 3

Коэффициент светового климата

Пояс	Коэффициент, m
I	1,2
II	1,1
IV	0,9
V	0,8

Таблица 4

Коэффициент солнечности климата с учетом прямого солнечного света

Пояс светового климата	При световых проемах, ориентированных по сторонам горизонта (азимут, град.)						При зенитных фонарях
	в наружных стенах зданий			в прямоугольных и трапециевидных фонарях			
	в фонарях типа шед						
	136-225	226 - 315, 46 - 135	361-45	69-113, 249-293	24 - 68; 204 -248, 114 -158, 294 - 338	159 -203, 339 - 23	316 - 45

I	0,9	0,95	1	1	1	1	1	1
II	0,85	0,9	1	0,95	1	1	1	1
IV								
а) севернее 50° с.ш.	0,75	0,8	1	0,85	0,9	0,95	1	0,9
б) 50° с.ш. и южнее	0,7	0,95	0,95	0,8	0,85	0,9	0,95	0,85
V								
а) севернее 40° с.ш.	0,65	0,7	0,9	0,75	0,8	0,85	0,9	0,75
б) 40° с.ш. и южнее	0,6	0,65	0,85	0,7	0,75	0,8	0,85	0,65

Территория г. Бишкек расположена в V поясе светового климата севернее 40° северной широты.

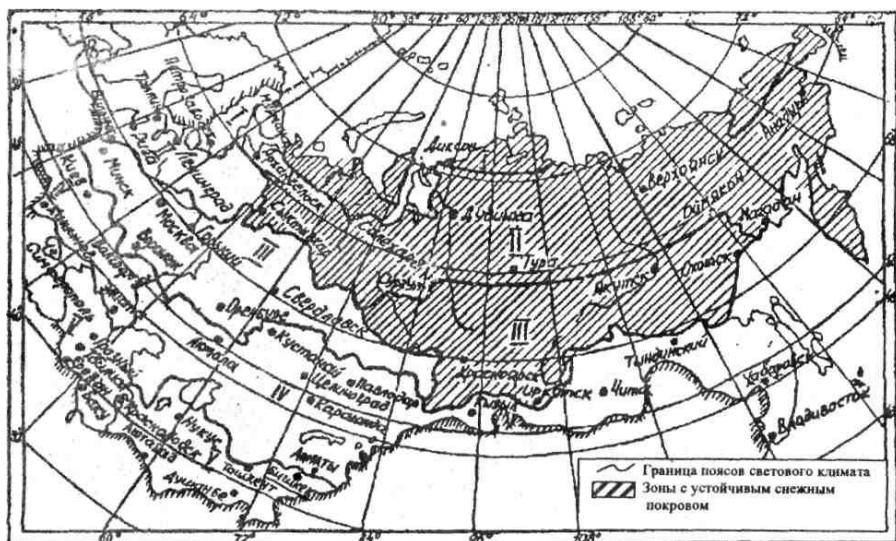


Рис. 1 Карта светового климата СНГ

Нормирование искусственного освещения

Искусственное освещение осуществляется лампами накаливания или газоразрядными лампами.

Лампы накаливания относятся к источникам света видимого излучения, возникающего при накале нити.

Газоразрядные лампы - приборы источника видимого излучения, возникающего в результате электрического разряда в атмосфере

инертных газов и паров металла.

Искусственное освещение проектируется и нормируется двух видов: общее (равномерное или локализованное) и комбинированное [1]. Нормы искусственного освещения предусматривают создание определенного уровня освещенности (Е) и качества освещения в помещении и на рабочих местах в зависимости от характера зрительной работы. Характер напряженности зрительных работ определяется в первую очередь наименьшим размером объекта различения, а также контрастностью объекта различения с фоном и характеристикой фона. По степени точности зрительные работы делятся на девять разрядов от наивысшей точности (I разряд), когда наименьший размер объекта различения составляет менее 0,15 мм, до работ малой точности, с объектом различения в пределах 1-5 мм (V разряд), кроме того, имеются четыре разряда грубых (наименьшей точности) работ (VI - IX разряды). Нормы искусственного освещения приведены в табл. 5.

Таблица 5

Нормирование искусственного освещения

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк	
						при комбинированном освещении	при общем освещении
Наименьшая точность	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	1500
			б	Малый	Средний	1000	1250
			в	средний	темный	2500	750
			г	Малый	Средний	1500	400
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II	а	Малый	Темный	4000	1250
			б	Малый	Средний	3000	750
			в	средний	темный	2000	500
			г	Малый	Средний	1000	300

Высокая точность	Св. 0,3 до 0,5	III	а	Малый	Темный	2000	500
			б	Малый	Средний	1000	300
			в	средний	темный	750	300
			г	Малый	Светлый	400	200
Средняя точность	Св 0,5 до 1	IV	а	Малый	Темный	750	300
			б	Малый	Средний	500	200
			в	средний	Светлый	400	200
			г	большой	темный	300	150
Малая точность	Св. 1 до 5	V	а	Средний	Светлый	300	200
			б	Малый	темный	200	150
			в	Малый	Светлый		150
			г	средний	темный		100
				большой	Светлый		
				—II—	средний		

Чем меньше объекты различения, тем больше должна быть освещенность. Однако это увеличение освещенности не может быть беспредельным. Следует помнить, что человек реагирует не на освещенность; а на яркость фона

Экспериментальная часть

Исследование освещенности на рабочих местах

Освещенность на рабочих местах измеряют объективными люксметрами типа Ю-116 и Ю-16 (рис.2).

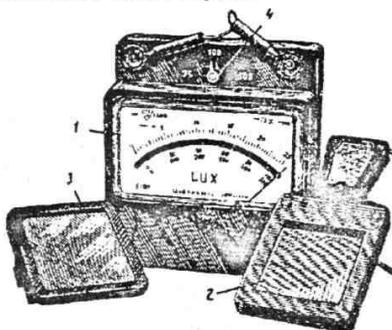


Рис.2. Люксметр Ю-16. 1 - измерительный прибор; 2 - светоприемник; 3 - насадка (поглотитель); 4 - ручка переключателя

Принцип действия люксметра основан на явлении фотоэлектрического эффекта (превращения световой энергии в электрическую). Фотоэффект возникает при попадании света на поверхность фотоэлемента, включенного в замкнутую цепь с электроизмерительным прибором. Величина возникающего в цепи тока, от которого зависит величина отклонения стрелки прибора, пропорциональна освещенности на рабочей поверхности фотоэлемента. Шкала прибора градуирована в единицах освещенности - люксах (лк).

Объективный люксметр Ю-16 состоит из светоприемника, электроизмерительного прибора и светопоглощительной насадки. Светоприемник представляет собой селеновый фотоэлемент Ф-102 размером 50 x 50 мм с рабочей поверхностью 25см².. Он имеет прямоугольную форму и помещен в пластмассовом корпусе, имеющем ручку и гибкий провод для подключения к клеммам измерителя. На лицевой стороне корпуса измерителя имеется ручка переключателя пределов измерения. При помощи переключателя можно получить три основных шкалы с пределами измерения 25; 100 и 500 лк, а с помощью поглотителя - три дополнительных с пределами измерения 2500; 10000 и 50000 лк.

Погрешность при измерении освещенности люксметром Ю-16 составляет $\pm 10\%$.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством люксметра.
2. Подготовить люксметр к работе.
3. Выбрать 3-5 контрольных точек на характерном разрезе помещения на высоте рабочей горизонтальной поверхности.
4. Устанавливая фотоэлемент в каждой из этих точек измерить освещенность ($E^1_{в}, E^2_{в}, E^3_{в}, E^4_{в}, E^5_{в}$).
5. Одновременно замерить освещенность на улице, на незатемненном пространстве вторым люксметром ($E_{нар}$). При замерах с поглотителем показания умножить на 100.
6. Для каждой из контрольных точек посчитать КЕО (e) по формуле:
$$e = E_{вн} / E_{нар} * 100\%$$
7. Результаты измерений занести в протокол (приложение 1, табл.1)
8. По результатам измерений построить график освещенности

естественным светом.

9. Определить для данных условий KEO_n и сравнить с полученными результатами.
10. Устранить естественное освещение (закрыть шторы на окнах) П. Включить имеющиеся светильники.
12. В контрольных точках замерить освещенность, результат занести в табл.2 приложения 1.
13. По результатам измерения построить график освещенности искусственным светом.
14. Определить для данного помещения нормированное значение освещенности и сравнить с полученным результатом,
15. Дать гигиеническую оценку освещения в данном помещении.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткое описание прибора.
3. Протокол измерений (приложение 1).
4. Заключение.

Контрольные вопросы

1. Виды освещения.
2. Основные светотехнические единицы.
3. Какие параметры относятся к качественным и количественным показателям?
4. Какая разница между источником света и светильником?
5. Назовите преимущества и недостатки ламп накаливания и люминесцентных ламп
6. Изложите требования к освещению.
7. Как нормируется естественное освещение?
8. Как нормируется искусственное освещение?
9. Приборы для измерения освещенности, принцип их работы.
10. Как измерить освещенность?

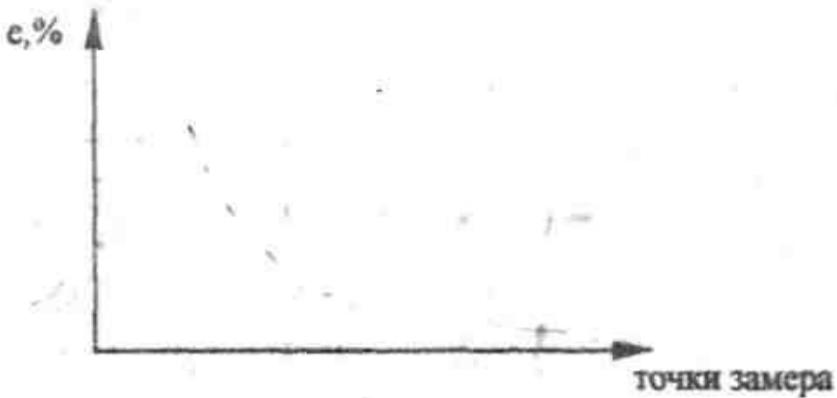
Литература

1. СНиП 23-05-95 (СП52.13330.2016) "Свод правил -Естественное и искусственное освещение"
2. Пособие по расчету и проектированию естественного, искусственного и совмещенного освещения. - М.: под общ.ред. д.т.н.,проф. В.А.Дроздова.2017г.

Естественная освещенность

№ точек замера	$E_{вн}, лк$	$E_{н}, лк$	КЕО $e = E_{вн}/E_{н}$ $*100\%$	$e_k = e * m * c, \%$	
				фактичес- кая	допустимая
1					
2					
3					
4					
5					

По данным табл.1 построить график освещенности естественным светом.

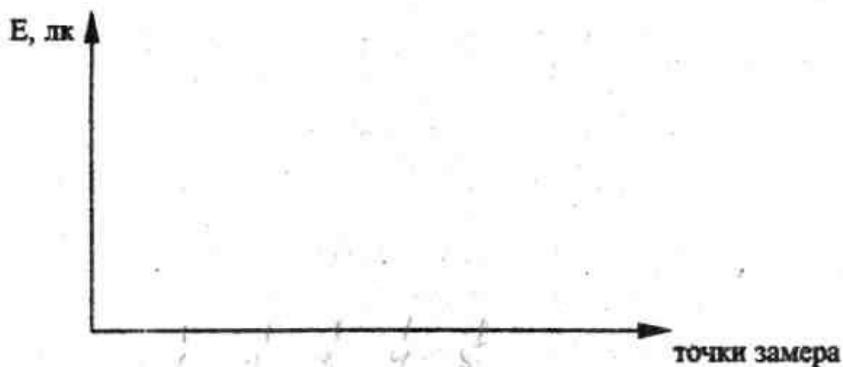


Выводы:

Искусственное освещение

№ точек замера	Фактическая		Допустимая освещен- ность, $E_{\text{доп}}$, ЛК
	по замерам $E_{\text{изм}}$	с учетом коэффицие нта запаса $K * E_{\text{изм}}$	
1			
2			
3			
4			
5			
6			

По данным табл. 2 построить график освещенности искусственным светом.



Выводы:

Составители:
С.В.Абдиева, Е.Н.Феоктистова

Методическое указания по курсу « безопасность
жизнедеятельности »

Корректор А.А. Матвиенко
Компьютерная верстка: А.Рахманова

Подписано в печать 28.06.2019
Формат 60 x 84^{1/16}
Офсетная печать.Объем 0,5 п.л.
Тираж 50 экз. заказ 9

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, г.Бишкек, ул. Анкара 2а