

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра Безопасности жизнедеятельности

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №6
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»
**Тема: Санитарно-гигиеническая оценка параметров
производственного освещения**

Студент гр. 8382

Мирончик П.Д.

Студент гр. 8382

Нечепуренко Н.А.

Студент гр. 8382

Терехов А.Е.

Преподаватель

Овдиенко Е.Н.

Санкт-Петербург

2021

Цели работы.

Изучение требований к освещенности рабочих мест и методов их обеспечения и контроля.

Описание основных физических величин.

Световой поток Φ , лм, является эффективным потоком и определяется действием на селективный приемник, спектральная чувствительность которого нормализована функциями относительной спектральной световой эффективности излучения $V(\lambda)$ для волн λ от 0.38 до 0.78 мкм.

$$\Phi = 625 \int_{\lambda=0.38}^{\lambda=0.78} \phi_e(\lambda) V(\lambda) d\lambda,$$

где $\phi_e(\lambda)$ – спектральная плотность потока излучения, Вт/мкм.

Сила света I , кд – пространственная плотность светового потока в заданном направлении.

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$$

где Ω – телесный угол, определяемый отношением площади сферической поверхности, заключенной внутри конуса телесного угла с вершиной в центре сферы, к квадрату радиуса этой сферы.

Освещенность E , лк, равна отношению светового потока к площади освещаемой поверхности S , на которую он падает и равномерно по ней распределяется.

$$E = d\Phi/dS$$

Яркость поверхности $L_{\alpha, \beta}$, кд/м² – отношение силы света излучающего элемента к площади его проекции на плоскость, перпендикулярную заданному направлению α, β .

$$L_{\alpha, \beta} = \frac{dI_{\alpha, \beta}}{\cos \alpha dA}$$

Для диффузных поверхностей, у которых яркость одинакова во всех направлениях, её можно найти по формуле:

$$L = \rho \frac{E}{\pi},$$

где E – освещенность, создаваемая сторонним источником света; ρ – коэффициент отражения, определяемый как отношение отраженного поверхностью светового потока к падающему на нее потоку.

Коэффициент пульсации, % – критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока.

$$K_{\pi} = \frac{E_{max} - E_{min}}{2E_{cp}} 100,$$

где E_{max} , E_{min} – максимальное и минимальное значения освещенности за период ее колебания; E_{cp} – среднее значение освещенности за тот же период.

Обработка результатов.

Анализ графиков распределения освещенности разных ламп $E(x)$ и $E(y)$.

Была проведена серия измерений освещенности для каждой лампы (рис. 1-10). Датчик переносился по полю как в горизонтальном так и в вертикальном направлении.

На рисунках 1-2 представлены результаты измерений для первой лампы (накаливания).

I лампа ($E(x)$)

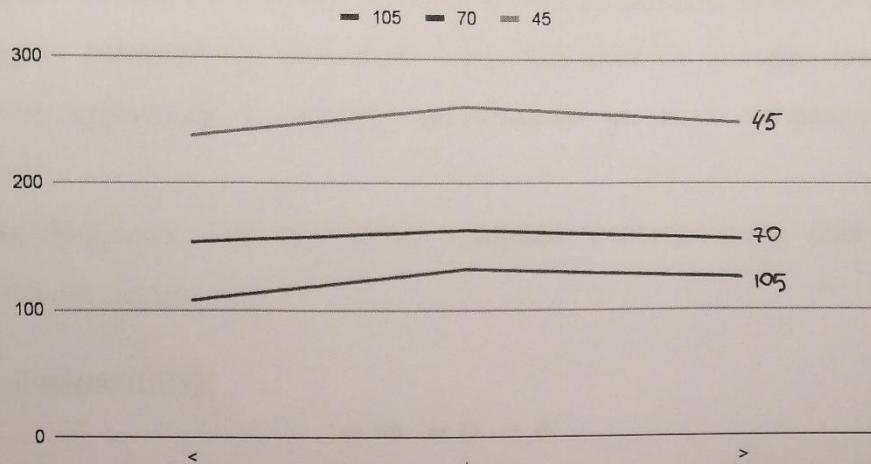


Рис.1 – $E(x)$ лампы №1

I лампа ($E(y)$)

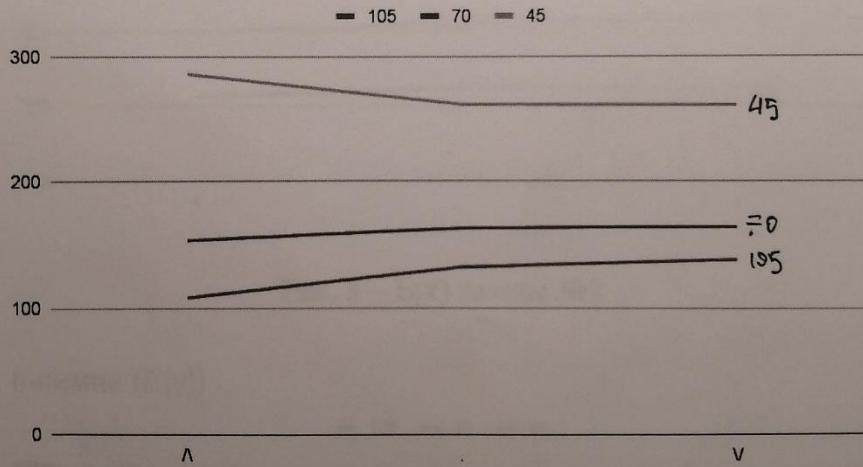


Рис. 2 – $E(y)$ лампы №1

Лампа накаливания имеет самую низкую освещенность из всех рассмотренных. Наиболее высокая освещенность была зафиксирована близко к центру измерительного поля по x и в самой верхней точке по y . Это может быть связано с тем, что в установке не все лампы расположены по центру и следовательно свет от них направлен не обязательно ровно в центр.

Также можно заметить, что освещенность падает с увеличением высоты достаточно равномерно и в целом свет от данной лампы достаточно равномерно распределен, благодаря тому, что свет от вольфрамовой нити ничем не ограничен и исходит равномерно во всех направлениях от источника.

На рисунках 3-4 приведены графики освещенности для второй, светодиодной лампы.

II лампа ($E(x)$)

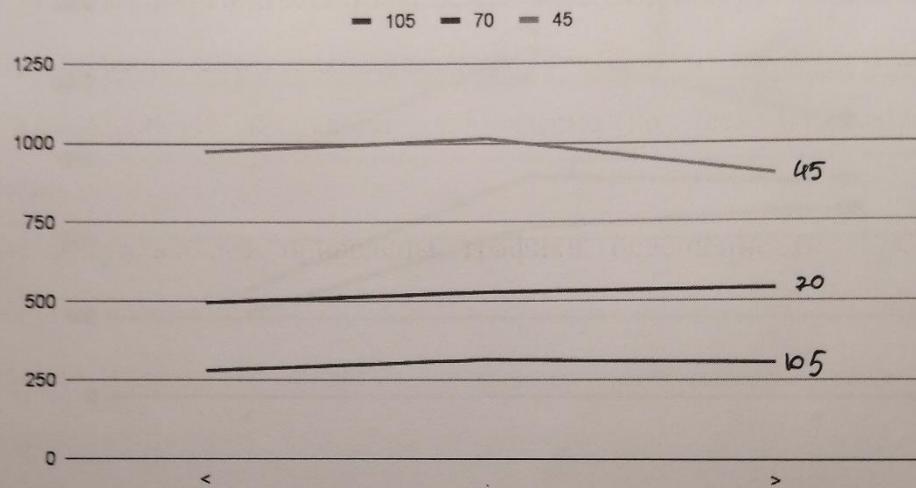


Рис. 3 – $E(x)$ лампы №2

II лампа ($E(y)$)

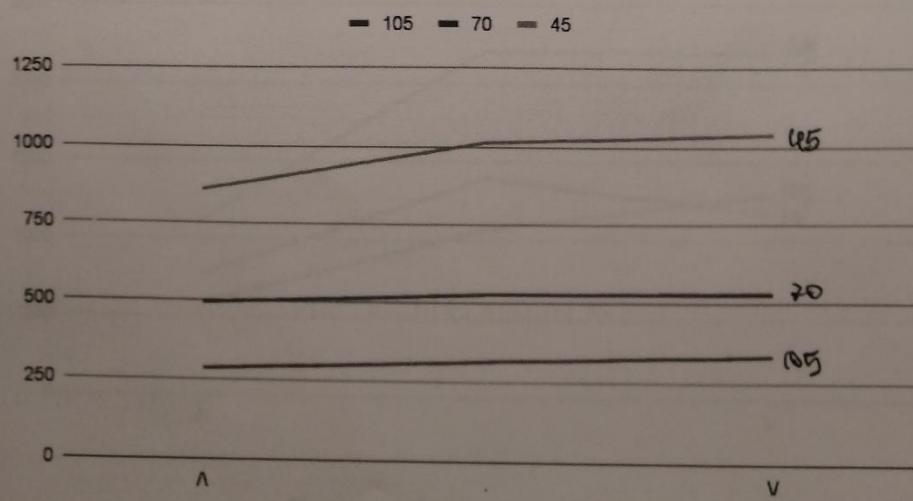


Рис. 4 – $E(y)$ лампы №2

Использование светодиодной лампы дает более высокую освещенность, чем использование лампы накаливания. Как и в первом случае свет от данной лампы распределяется достаточно равномерно, благодаря своему рассеивателю, который равномерно освещает всю поверхность.

На рисунках 5-6 приведены графики освещенности для третьей лампы.

III лампа ($E(x)$)

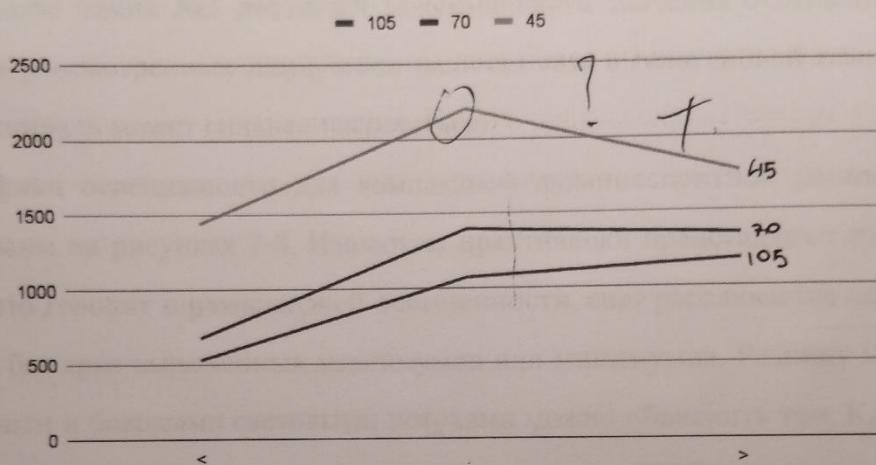


Рис. 5 – $E(x)$ лампы №3

III лампа ($E(y)$)

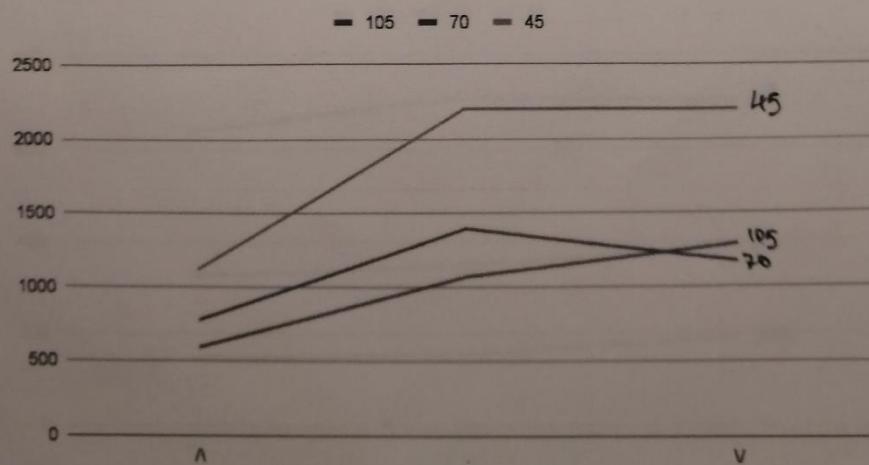


Рис. 6 – $E(y)$ лампы №3

Сравнивая галогеновую лампу с остальными, несложно заметить, что ее освещенность распределена наиболее неравномерно. Максимальное значение освещенности достигается в центре и быстро падает при удалении датчика от него. Это можно объяснить формой лампы, из-за которой лучи, отражаясь от внутренней части корпуса, которая имеет зеркальную поверхность и полусферическую форму, концентрируются в направленный пучок света.

А также лампа №3 достигает максимального значения освещенности среди всех рассмотренных ламп, из-за наличия газа в галогеновой лампе, от которого спираль может сильнее нагреваться.

Графики освещенности для компактной люминесцентной лампы №4 представлены на рисунках 7-8. Изолюксы практически представляют из себя прямые, что говорит о равномерной освещенности, свет рассеивается по всей площади, без ярко выраженных максимумов или минимумов. Разницу между центральным и боковыми световыми потоками можно объяснить тем, КЛЛ не имеет дополнительного рассеивателя. Более того, КЛЛ стоит длинной стороной вниз, что тоже не способствует равномерному освещению.

IV лампа ($E(x)$)

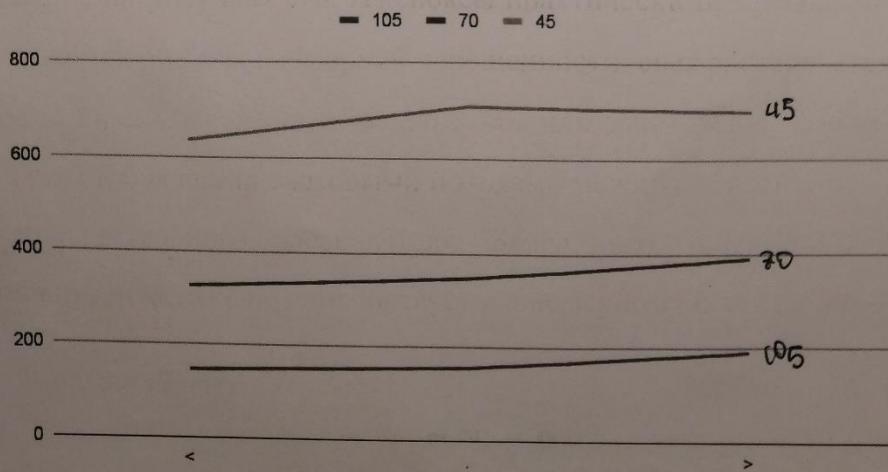


Рис. 7 – $E(x)$ лампы №4

IV лампа ($E(y)$)

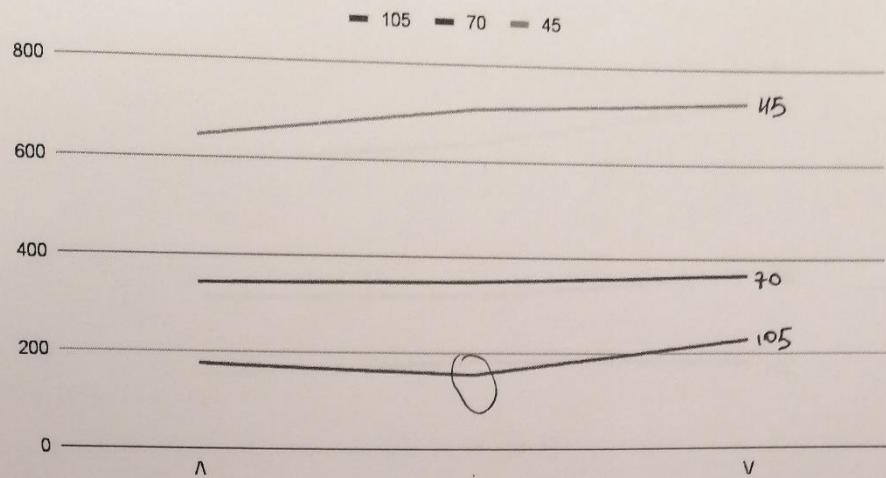


Рис. 8 – $E(y)$ лампы №4

Графики освещенности для индукционной лампы №5 представлены на рисунках 9-10. Свет от данной лампы также достаточно равномерно рассеивается, благодаря наличию рассеивателя. Изолюксы без ярко выраженных максимумов или минимумов. Присутствует небольшое возрастание графика справа, но это скорее связано с расположением лампы на стенде. В целом лампа имеет средние показатели освещенности, больше чем у накаливания и меньше чем у галогеновой.

V лампа ($E(x)$)

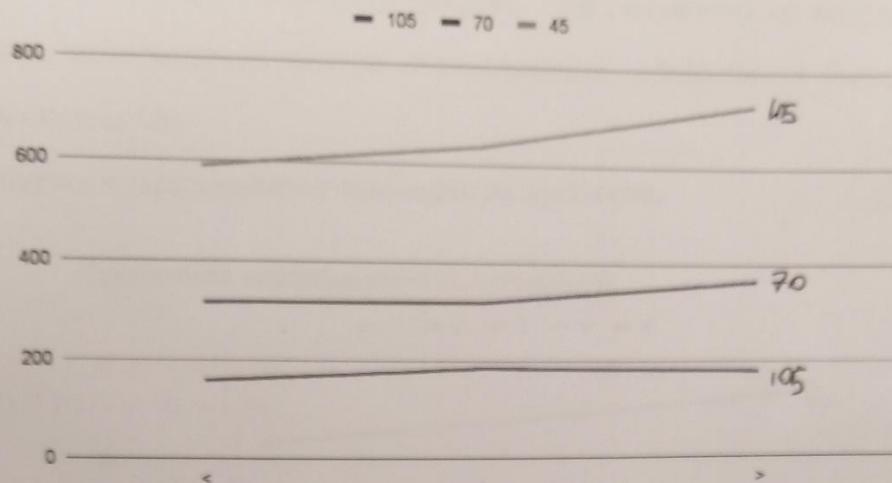


Рис. 9 – $E(x)$ лампы №5

V лампа ($E(y)$)

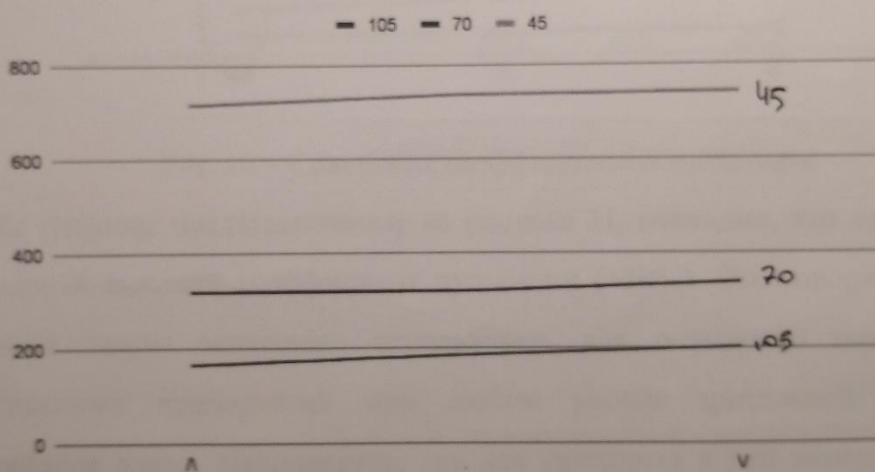


Рис. 10 – $E(y)$ лампы №5

Во всех опытах можно заметить такую закономерность, что с увеличением высоты падает освещенность, и наоборот. Это объясняется тем, что увеличение расстояния ведет к большему рассеиванию света, вследствие чего уменьшается освещенность рассматриваемой поверхности. Наиболее слабо влияние высоты на освещенность поверхности выражено у лампы 1. У галогеновой, из-за факторов, фокусирующих световые лучи, данное влияние

сильнее заметно для центральной точки, куда сфокусирован пучок, наличие которого было доказано анализом графика. При смещениях по координатной плоскости относительно центра интенсивность освещения в большинстве случаев снижается.

Анализ коэффициентов пульсации разных ламп.

Сравнение коэффициентов пульсации

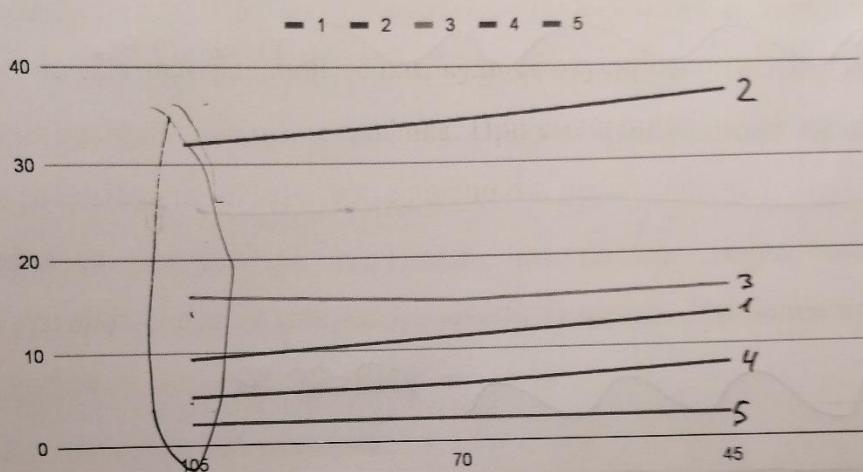
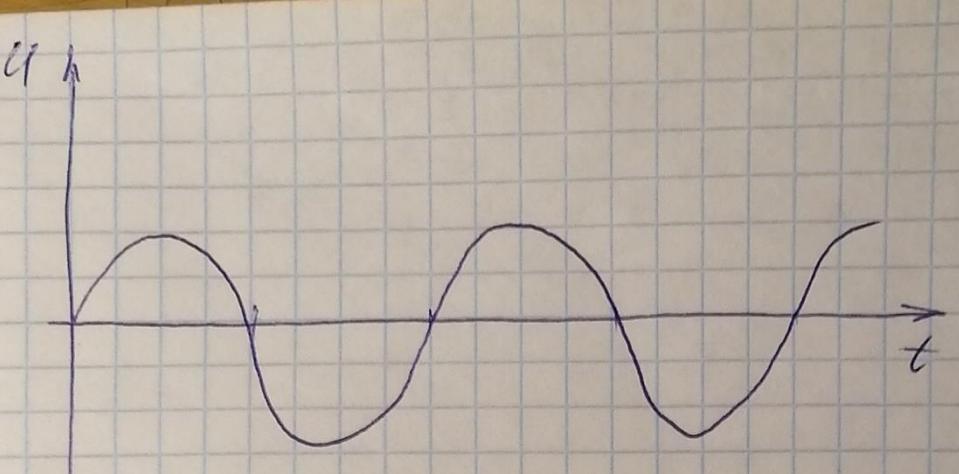


Рис. 11 – Сравнение коэффициентов пульсации

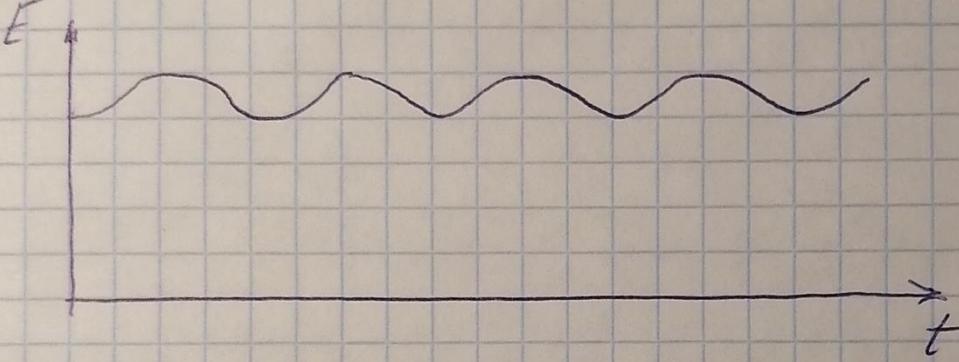
По графику, представленному на рисунке 11, очевидно, что лампа №2 имеет самый высокий коэффициент пульсации ($>30\%$). Это говорит о том, что такие лампы запрещено использовать для освещения помещений промышленных предприятий при любом уровне зрительной работы. Светодиодная лампа, малоинертна, так как светодиод в ней может быстро загораться и быстро затухать, если блок питания плохо стабилизирован, и пульсации светодиодной лампы получаются значительно выше.

Первая и третья лампы излучают свет, благодаря спирали, которая нагреваясь под действием электрического тока в той или иной среде нагревается и светится. Световая и тепловая энергии взаимосвязаны между собой и обладают большой инерционностью перехода в единицу времени. Вследствие этого, пульсация света мала.

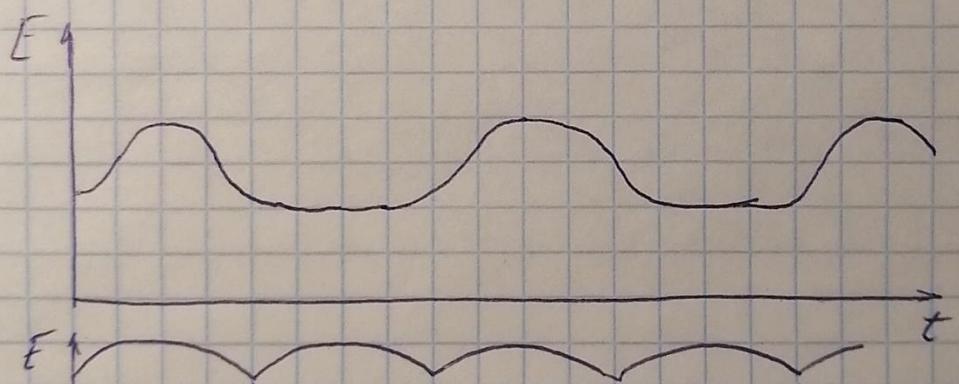
α



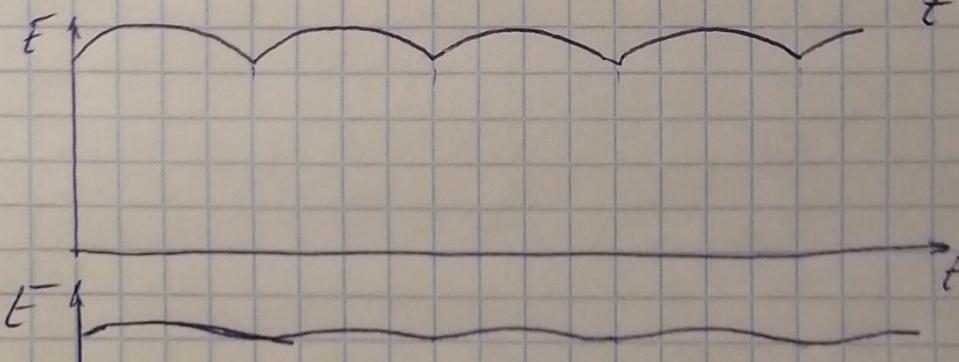
E



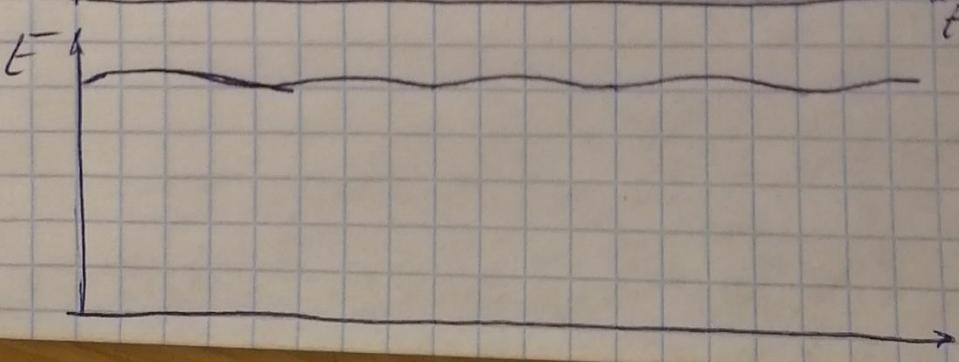
E



E



E



1.3
u. Klangwellen,
Klang-
raumröhre

2.
elektro-
magnetische -
Wellen

4.
Welle -
Grenzen

5.
Welle -
Grenzen

Четвертая, люминесцентная лампа может работать только от переменного напряжения питания, необходимого для формирования электрического разряда. Поэтому, при работе люминесцентных ламп от пульсации света никак не избавиться. Но люминофор, который наносится на стенки колбы, обладает некоторой инерционностью, которая и сглаживает пульсации от электрического разряда.

Индукционная лампа наиболее инертна, так как в ней высокочастотный ток создает электромагнитное поле, которое, вызывая газовый разряд, способствует свечению люминофора. Из-за этого коэффициент пульсации ниже, чем у остальных.

Чем больше коэффициент пульсации, тем больше лампа оказывает вреда для здоровья глаз и общей утомляемости человека. Наиболее вредной оказалась лампа №2, наименее вредной – лампа №5.

Анализ освещения лаборатории.

Была измерена освещенность рабочей поверхности при естественном освещении $E_{\text{ест}} = 18.9 \text{ лк}$, и в той же точке при смешанном освещении

$$E_{\text{сов}} = 394.8 \text{ лк.}$$

$$E_{\text{общ}} = 394.8 - 18.9 = 375.9 \text{ лк}$$

Был рассчитан “индекс помещения” для $a = 16$, $b = 6.25$, $h = 2$:

$$\phi = 16 * 6.25 / ((2 - 0.8)(16 + 6.25)) = 3.7$$

$$\Phi = 3200 \text{ лм}$$

Коэффициент использования был взят из таблицы из методических указаний для вычисленного индекса помещения и значений коэффициентов отражений 0.5, 0.3, 0.1.

$$\eta = 0.68$$

Остальные параметры были взяты в соответствии с методическими указаниями.

$$\text{Индекс } I = \frac{290}{11} \text{ лк} - \text{коэффициент общей освещенности}$$

Таким образом

$$E_{\text{расч}} = 28 * 3200 * 0.68 / (16 * 6.25 * 1.5 * 1.15) = 353 \text{ лк}$$

Расчетное значение (353 лк) оказалось немного меньше чем измеренное (376 лк), значения очень близки друг к другу.

Анализ осцилограмм и расчет КП по ним.

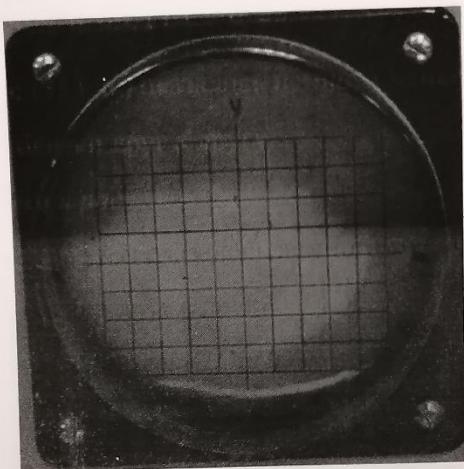


Рис. 12 – Без ламп

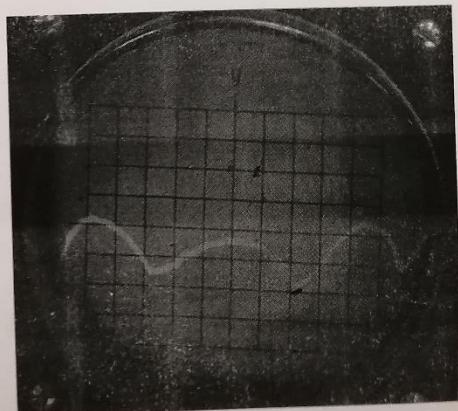


Рис. 13 – 1 лампа и 1 фаза

$$E_{\max} = 4; E_{\min} = 2 \Rightarrow \text{КП} = (4 - 2) / (6) * 100\% = 33\%$$

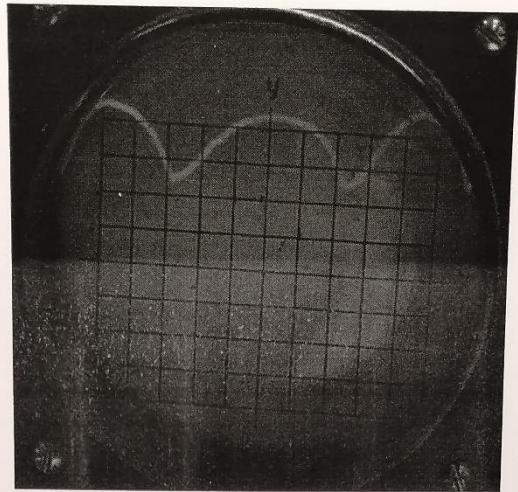


Рис. 14 – 3 лампы и 1 фаза

$$E_{max} = 8.5; E_{min} = 6.5 \Rightarrow КП = (8.5 - 6.5)/(15) * 100\% = 13\%$$

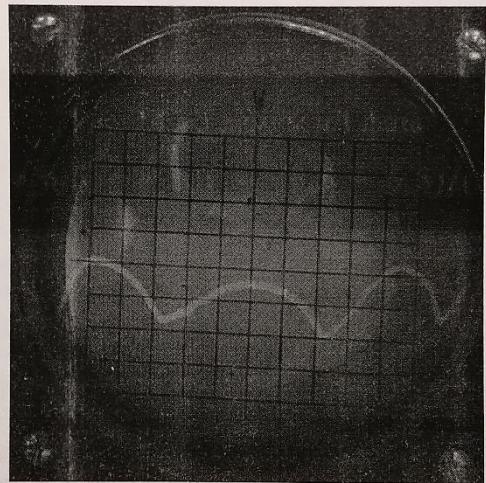


Рис. 15 – 1 лампа и 3 фазы

$$E_{max} = 4; E_{min} = 2 \Rightarrow КП = (4 - 2)/(6) * 100\% = 33\%$$

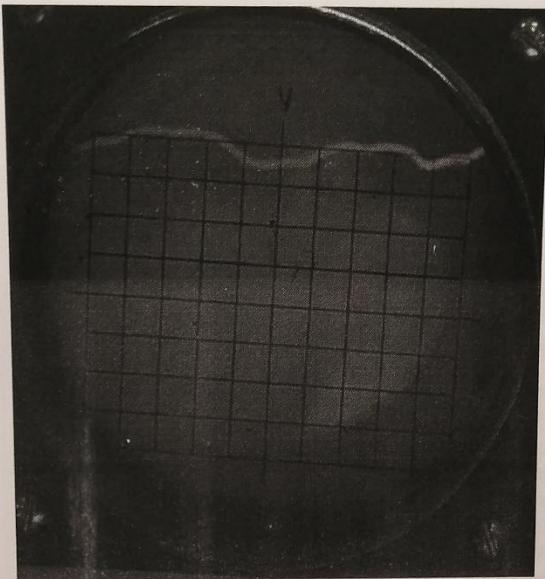


Рис. 16 – 3 лампы и 3 фазы

$$E_{max} = 8; E_{min} = 7.5 \Rightarrow КП = (8 - 7.5)/(15.5) * 100\% = 3.22\%$$

Сведем полученные результаты в таблицу 1.

Таблица 1 – сводная таблица.

Опыт	Значение Кп
1 включенная лампа в 1 фазу	33%
3 включенные лампы в 1 фазу	13%
1 включенная лампа в 3 фазы	33%
3 включенные лампы в 3 фазы	3.22%

Исходя из вычислений и рисунков 12-16, можно сделать следующие выводы:

1. Подключение одной лампы к одной или трем фазам не имеет различий.
2. Для трех ламп при использовании 3-х фаз кривые, соответствующие изменению светового потока каждой из ламп во времени, оказываются сдвинутыми по отношению друг к другу на 120 градусов, что практически устраняет пульсацию светового потока.

3. Увеличение количества ламп также снижает коэффициент пульсации.

Анализ применимости ламп к освещению лаборатории по СНИП

23-05-95.

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различия, мм	Ряд зрителей рабочего места	Подряд зрителей рабочего места	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	KEO ϵ_k , %		
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении
						всего	в том числе от общего		P	K_d , %	
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	a	Малый	Темный	2000	200	500	40	15	-
			б	Малый Средний	Средний Темный	1500	200	400	20	15	-
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15	3,0
			г	Средний Большой "	Светлый " Средний	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15	1,2

Для работы в лаборатории кажется наиболее подходящим норматив по освещенности - 400 Лк. То есть предмет рассмотрения от 0,3 до 0,5 мм – толщина глифа, контраст большой и фон в большинстве случаев светлый. Ранее были получены значения общей освещенности лаборатории:

$E_{\text{общ}} = 375.9 \text{ лк} > 200 \text{ лк}$ – соответствует. Коэффициент пульсации по нормам 15%.

Освещенность лампы накаливания от 107 до 286 лк. Соответствует нормативам освещенности на всех высотах. Коэффициент пульсации соответствует нормам.

Освещенность светодиодной лампы от 280 до 1040 лк. Соответствует нормативам освещенности на всех высотах. Коэффициент пульсации не соответствует нормам.

Освещенность галогеновой от 531 до 5644 лк. Соответствует нормативам освещенности на всех высотах. Коэффициент пульсации выше норм на 0,3 – 1,3%.

Освещенность люминесцентной лампы от 145 до 729 лк. Соответствует нормативам освещенности на всех высотах. Коэффициент пульсации соответствует нормам.

Освещенность индукционной лампы от 158 до 741 лк. Соответствует нормативам освещенности на всех высотах. Коэффициент пульсации соответствует нормам.

Вывод:

Исходя из размеров минимального различимого объекта, можно утверждать, что разряд зрительной работы – 3. Для установленного разряда все 5 ламп должны давать 400 лк освещенности, чтобы соответствовать нормам. На любой высоте для всех ламп эта норма выполняется, следовательно, установку можно использовать при системе комбинированного освещения. Однако у лампы 3 наблюдаются небольшие

превышения коэффициента пульсации, а у лампы 2 коэффициент пульсации довольно сильно превышает норму, что все-таки не позволяет их использовать.

Анализ стробоскопического эффекта.

При выполнении работы был освещен вращающийся диск тремя люминесцентными лампами включенными в одну фазу трехфазной сети. При удачном выборе скорости вращения диска, можно было наблюдать стробоскопический эффект, движущееся изображение казалось неподвижным. Это связано с пульсацией ламп, диск совершает $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ или $\frac{3}{4}$ оборота за период колебания функции освещенности.

Такой эффект является одним из источников травматизма на предприятиях, поэтому сейчас принимаются меры для его устранения. Один из способов – подключение ламп к разным фазам, сдвинутым на 120° , что практически исключает пульсацию ламп, и, следовательно, стробоскопический эффект.

Опытным путем данная теория была проверена и, действительно, при включении ламп в 3 фазы стробоскопический эффект пропадал.

Также в данном опыте были заметны небольшие цветовые искажения. Так при подключении в 1 фазу диск казался слегка желтоватым и синеватым, а при подключении в 3 фазы – красноватым и зеленоватым.

Протокол лабораторной работе №6

16.9

$$F_{\text{ест}} = \frac{F_{\text{об}}}{F_{\text{нк}}} \quad F_{\text{об}} = 394.8 \text{ нк} \quad R_n = 1.9 \%$$

Размеры помещения: 16 × 6,25 × 2 k-60 Сет = 28

	105	70	45
I ←	107.4	153.2	237.5
→	124.8	155.3	249.6
↑	107.8	153.8	226.1
↓	137.8	160.8	286.1
◎	131.8	162.6	267.7
II ←	280.8	457.7	974.1
→	306.6	541.6	901.4
↑	286.5	456.6	860.7
↓	334.2	531.5	1040.2
◎	315.5	529.5	1013.8
III ←	531.6	678.7	1443.7
→	1185.7	3354.3	1765.3
↑	593.8	776.3	1121.8
↓	1293.8	1174.6	2189.5
◎	1674.5	1395.5	5644.2
IV ←	143.5	226.3	636.1
→	140.3	380.2	700.4
↑	175.3	342.5	644.2
↓	226.2	385.8	729.2
◎	154.6	324.2	708.9
V ←	154.8	317.4	589.9
→	129.6	365.4	729.1
↑	165.4	318.3	716.6
↓	102.9	938.1	741.1
◎	185.1	319.6	127.7

km	h	105	70	45
I	9.3	11.4	13.4	
II	32	30.4	37	
III	16	15.3	13.3	
IV	5.2	6.2	6	
V	2.3	2.5	2.6	

V	220	200	180	150	110	80
A	0.03	0.11	0.3	0.25	0.1	0
E	703	676	573	535	580	786.2

100% засел

180% занятое

1 плита - 691.8

2 ящика - 1101.6

3 ящика - 2036.1

Большое количество

180% ящиков

1A 1Φ

3A 1Φ

1A 3Φ

3A 3Φ

При 1 фазе присутствует перегрев
и пожарная угроза

При 3 фазах присутствует перегрев
и пожарная угроза

Текущий А классифицируется

Установлено на 1 фазу

Несмотря на то что