

Цель работы.

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

Обработка результатов эксперимента.

1. Исследование общего освещения

Измеренная освещенность рабочей поверхности при естественном освещении  $E_{\text{ест}}$  (светильники общего освещения выключены) равна 90 лк, при этом освещенность совмещенного освещения  $E_{\text{сов}}$  в той же точке равна 464,2 лк. Из этих значений рассчитаем освещенность помещения, которая равна разности значений, то есть равна 374,4 лк.

По формулам  $E = N\Phi\eta/(abK_sK_n)$ ,  $\varphi = ab/(h(a+b))$  найдем теоретическое значение

$$a = 10.2 \text{ м;}$$

$$b = 5.1 \text{ м;}$$

$$h = 2 \text{ м;}$$

$$\varphi = 10.2 \cdot 5.1 / (2(10.2 + 5.1)) = 1.66$$

$\eta = 0.44$  зависит от  $\varphi$ , найден по таблице ниже

Значение коэффициентов отражения	Значение коэффициента использования $\eta$ для светильников типа ЛДОР при значениях индекса помещения $\varphi$ , равном							
	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.25	1.50
$R_{\text{стп}}, R_{\text{ст}}, R_{\text{пол}}$								
0.7; 0.5; 0.1	0.25	0.29	0.33	0.36	0.40	0.43	0.47	0.51
0.5; 0.3; 0.1	0.19	0.22	0.26	0.30	0.33	0.36	0.40	0.44
0; 0; 0	0.12	0.16	0.20	0.22	0.25	0.28	0.32	0.35

Количество светильников  $N = 26$

$$\Phi = 3200 \text{ лм}$$

$$K_s = 1.5$$

$$K_n = 1.1$$

$$E = 328 \text{ лк}$$

Расчетное значение отличается от полученного в ходе эксперимента, можно предположить, что на это влияют неверные значения расчетов, такие как световой поток, размеры комнаты или коэффициент загрязнения.

сравнение с нормой  
Общее 500...400  
(Измеренная подходит, расчетная нет).

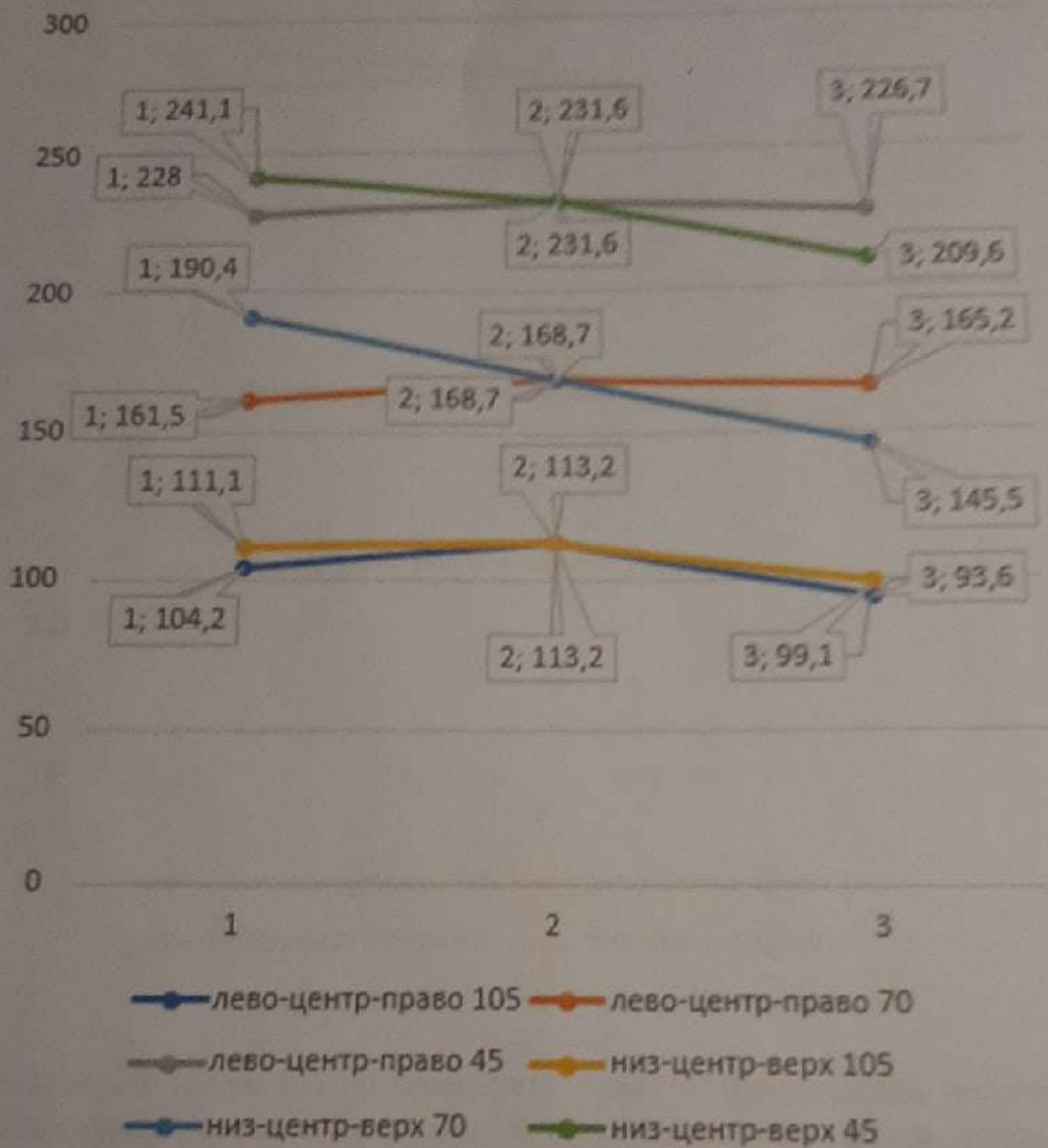
## 2. Исследования освещения от светильника с четырьмя видами ламп

1. Проведем измерения освещенности и коэффициента пульсаций с помощью люксметра-пульсметра. Вычислим среднее значение освещенности.

Типы ламп	Высота H, см	Средняя Е	Точки					КП, %
			Центр	Лево	Право	Верх	Низ	
Накаливания	105	-	113,2	104,2	93,6	99,1	111,1	10,8
	70		168,7	161,5	165,2	145,5	190,4	
	45		231,6	228,0	226,7	209,6	241,1	
Ист.Е, Е-Е <sub>без</sub>	105	80,2	8,4	29,8	7,5	14,2	20,3	
	70	334,7	63,9	87,1	64,1	60,6	59	
	45	640,4	126,8	153,6	125,6	124,7	109,7	
Светодиодная	105	-	295,4	282,4	261,4	265,9	291,4	34,6
	70		535,3	518,4	503,5	488,2	540,0	
	45		1020,0	996,1	902,6	846,3	1051,2	
Ист.Е, Е-Е <sub>без</sub>	105	899,9	190,6	208	160,3	181	160	
	70	2088,8	430,5	444	402,4	403,3	408,6	
	45	4319,6	915,2	921,7	801,5	761,4	919,8	
Галогенные	105	-	1430,0	677,8	844,0	500,9	1700,0	20,4
	70		2668,9	985,7	1076,6	702,6	2545,5	
	45		3960,4	1386,2	1450,1	1091,3	3239,1	
Ист.Е, Е-Е <sub>без</sub>	105	4656,1	1325,2	603,4	742,9	416	1568,6	
	70	7482,7	2564,1	911,3	975,5	617,7	2414,1	
	45	10630,5	3855,6	1311,8	1349	1006,4	3107,7	
Индукционная	105	-	164,0	150,8	160,7	153,5	192,8	2,1
	70		320,6	305,4	325,3	337,2	388,2	
	45		780,2	693,0	792,3	753,8	776,4	
Ист.Е, Е-Е <sub>без</sub>	105	325,2	59,2	76,4	59,6	68,6	61,4	
	70	1180,1	215,8	231	224,2	252,3	256,8	
	45	3299,1	675,4	618,6	691,2	668,9	645	
КЛЛ	105	-	205,0	108,2	210,2	196,8	321,0	6,1
	70		350,8	317,1	350,4	340,0	386,4	
	45		520,3	516,5	556,3	521,3	500,9	
Ист.Е, Е-Е <sub>без</sub>	105	544,6	100,2	33,8	109,1	111,9	189,6	
	70	1248,1	246	242,7	249,3	255,1	255	
	45	2118,7	415,5	442,1	455,2	436,4	369,5	
Без лампы	-	-	104,8	74,4	101,1	84,9	131,4	

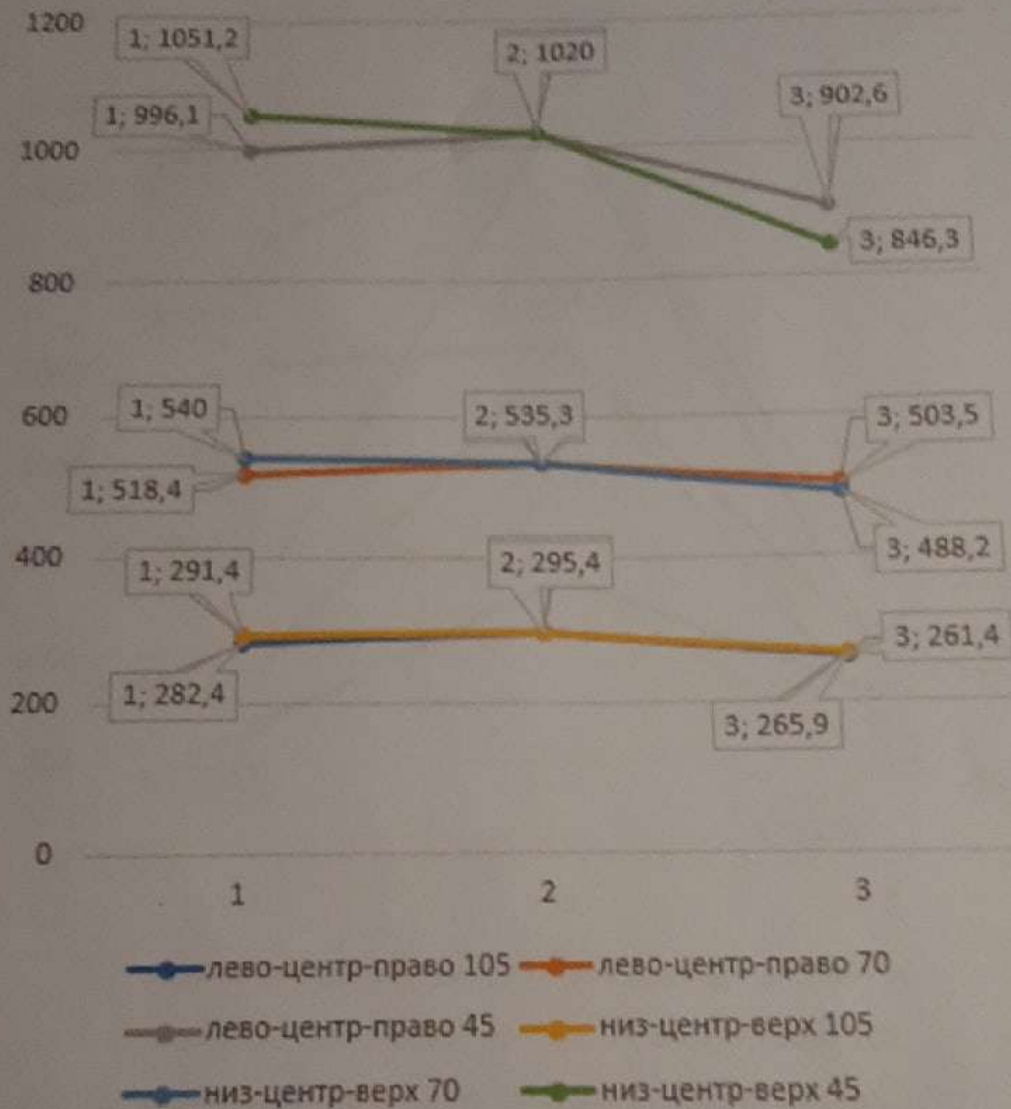


## Накаливания



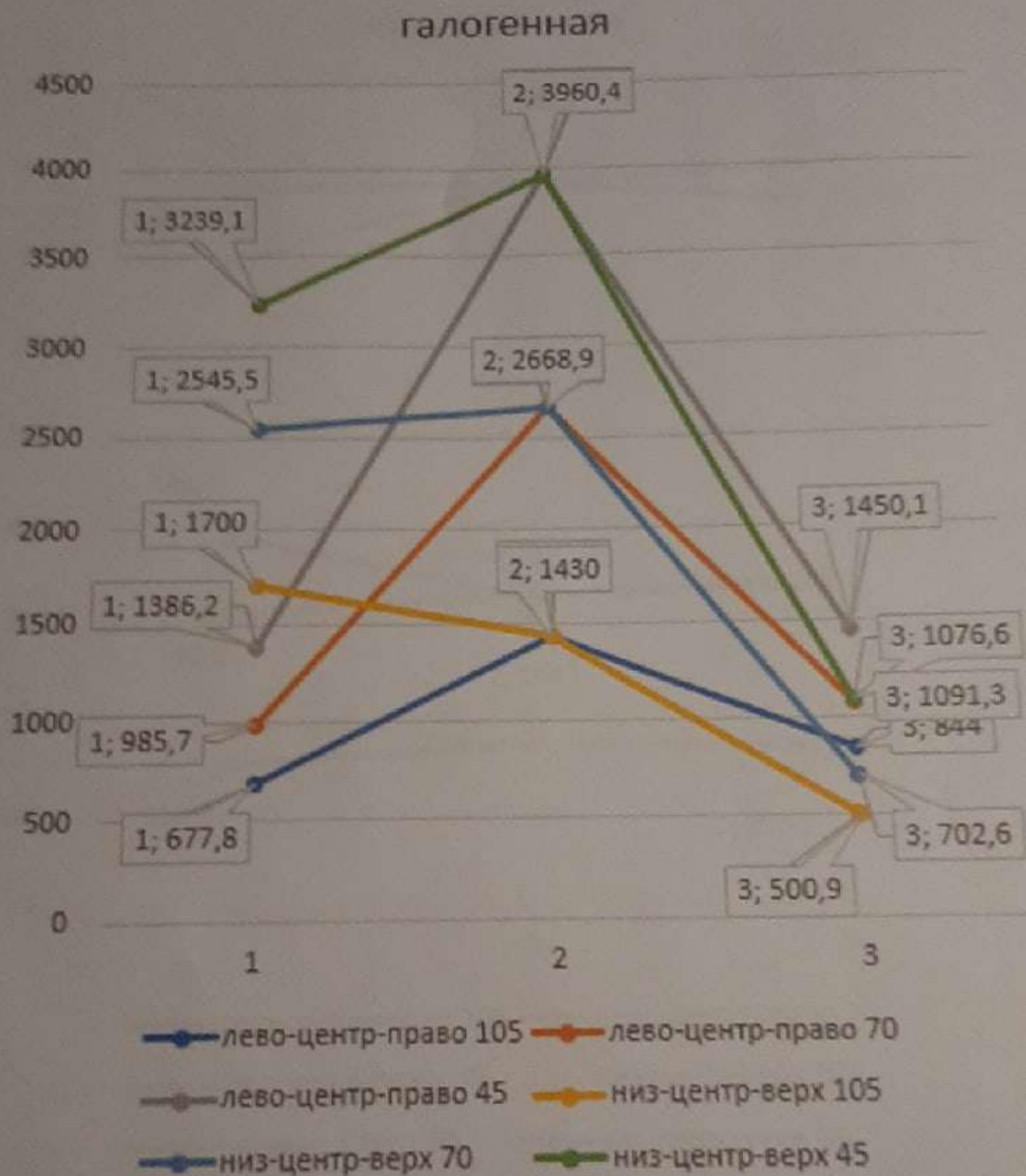
Из графика видно, что для горизонталей освещенность левых и правых точек примерно одинакова, нижняя точка лучше освещена чем верхняя так как данная лампа находится в правом нижнем патроне.

# светодиодная



По графику видно что по сравнению с лампой накаливания по люме светодиодная лучше в 3-4 раза. Нижняя точка освещается лучше, верхняя, левая лучше правой.

... не освещает

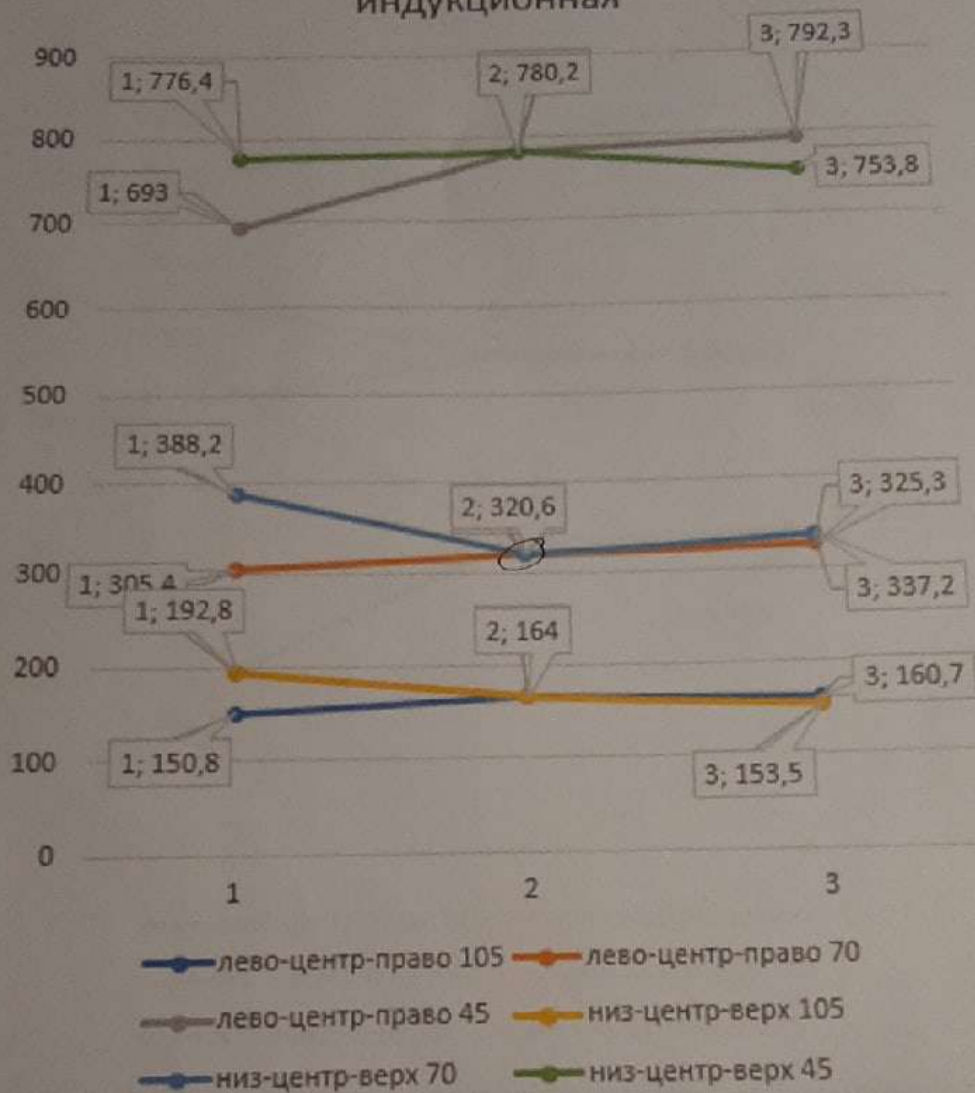


Наблюдаются сильные перепады в освещенности. Нижняя точка лучше освещена чем верхняя левые и и правые освещаются примерно одинаково. Можно сделать вывод, что данная ла освещает более сфокусированно.

+



# индукционная



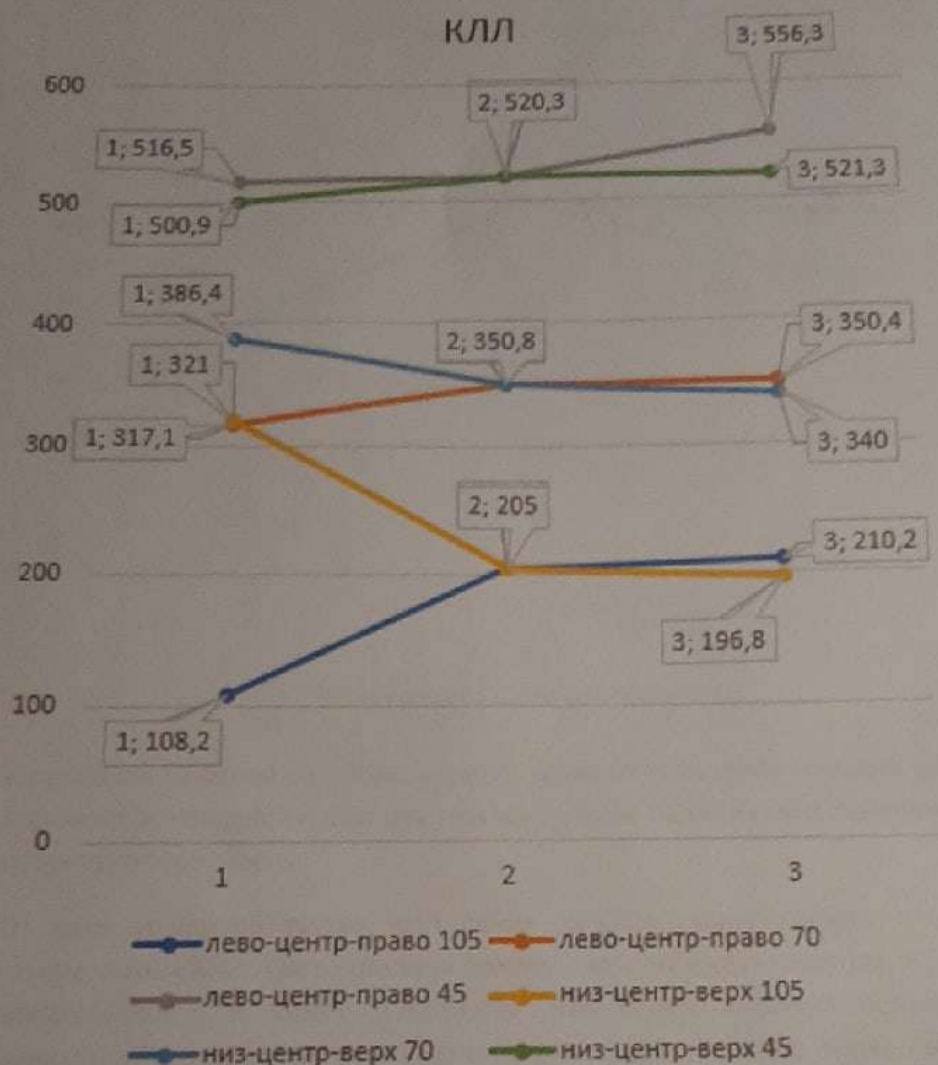
Из графика видно, что перепад в крайних точках не значителен, это значит что лампа хорошо рассеивает свет.

В центре генератор, вокруг светится газ.  
Сам генератор не светится - в центре меньше света по краям (видно на фото).

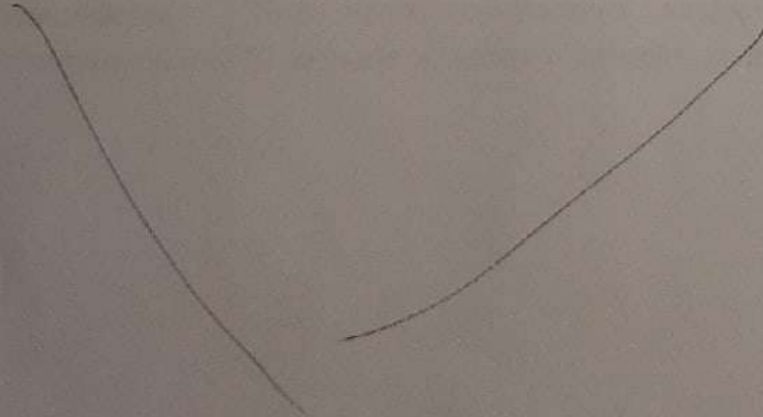


†

не оценивает

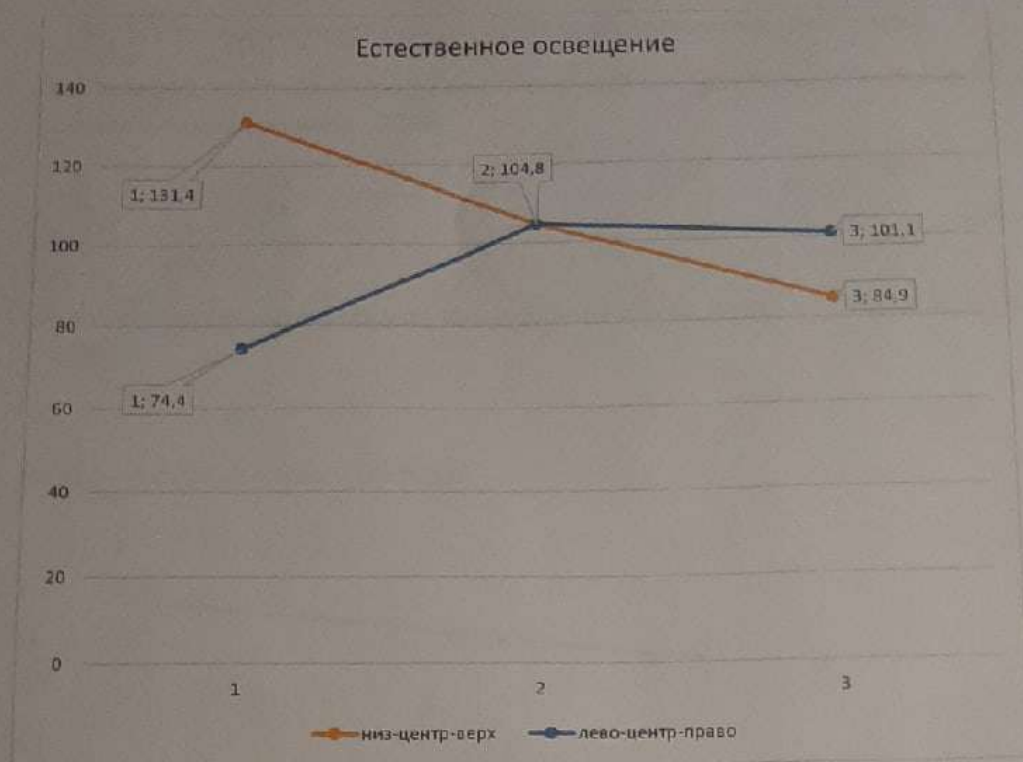


Судя по графику есть погрешность в измерения в нижней точке, в среднем перепад по сравнению в верхней точкой незначителен. Что касается левой точки, она по сравнению с правой освещена слабее.





... не успевают  
...



На графике заметны различия между «нижней» и «левой» точками в отличие от «правой» и «верхней». Это обусловлено углом падения естественного света на рабочую поверхность

Из всех графиков видно, что самая лучшая освещенность у галогенной лампы, затем идет светодиодная лампа, а потом индукционная, КЛЛ лампа и накаливания – в конце. Очевидно, что самая высокая освещенность у галогенной лампы, следовательно, у нее самое высокое значение светового потока. За счет галогенов, помещенных в колбу к инертному газу (пары брома или йода) повышается температура нити накаливания и сокращается испарение вольфрама. При этом срок службы галогенных ламп увеличивается. При этом измеренный коэффициент пульсации у индукционной и КЛЛ меньше остальных, самый большой у галогенной.



... не успевает  
... .

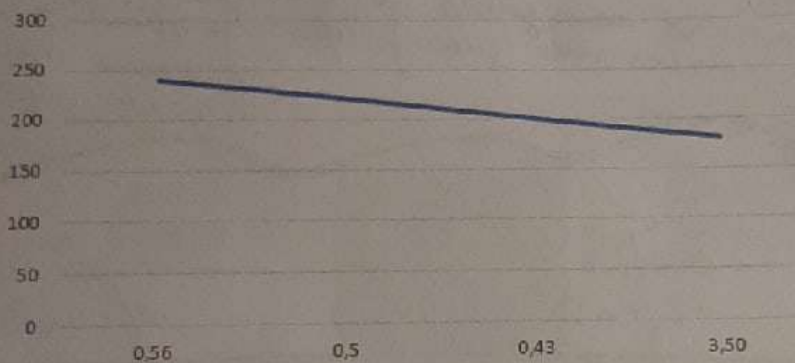
### 3. Исследования освещения от трубчатых люминесцентных ламп.

Был измерен ток в цепи при разных напряжениях при включенных лампах на номинальное напряжение 220В.

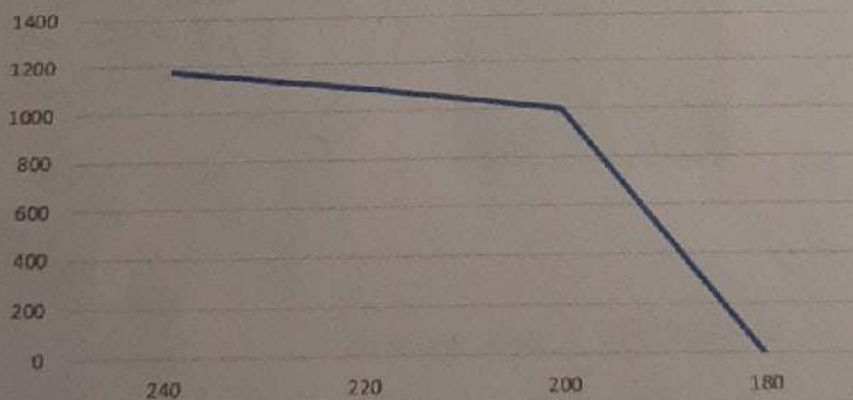
U, В	240	220	200	180
I, А	0.56	0.5	0.43	3.5
E, лк	1175	1089	1000	882.2
КП, %	23.2	22.4	21.5	20.6

Было определены напряжения при котором лампа гаснет – 100В и загорается – 180В.

Вольт-Амперная характеристика:



Зависимость освещенности от напряжения:



Видна корреляция графика ВАХ и зависимости освещенности от напряжения

то не успевают  
погаснуть.

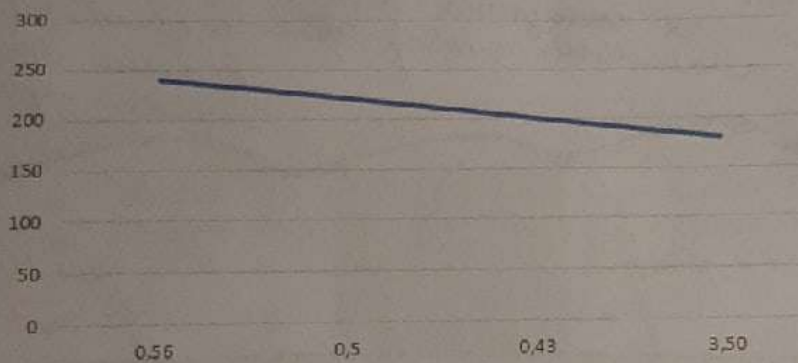
### 3. Исследования освещения от трубчатых люминесцентных ламп.

Был измерен ток в цепи при разных напряжениях при включенных лампах на номинальное напряжение 220В.

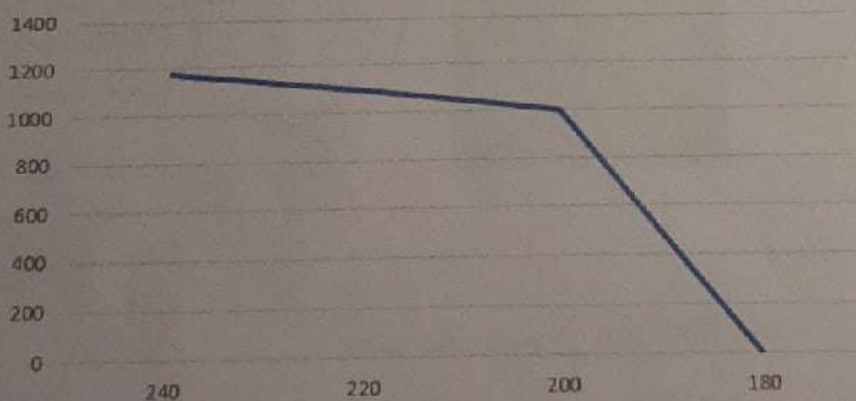
U, В	240	220	200	180
I, А	0,56	0,5	0,43	3,5
E, лк	1175	1089	1000	882,2
КП, %	23,2	22,4	21,5	20,6

Было определены напряжения при котором лампа гаснет – 100В и загорается – 180В.

Вольт-Амперная характеристика:



Зависимость освещенности от напряжения:



Видна корреляция графика ВАХ и зависимости освещенности от напряжения



... не удается ...

Был включен светильник с тремя люминесцентными лампами на напряжение 220В, (высота 0.45 м). Была измерена освещенность на рабочей поверхности при различном количестве включенных ламп

	1 лампа	2 лампы	3 лампы
E, лк	1106	2144	3483
KП, %	22	17	11

При включении осциллографа были замечены изменения сигнала при затемнении фотодиода.

Рассчитан коэффициент пульсации, приняв минимальные и максимальные значения в клетках осциллографа по отношению к нулю.

$$K_p = \frac{E_{max} - E_{min}}{2E_{cp}} * 100\%$$

3 фазы	1 фаза
3 лампы	3 лампы
$E_{max} = 7.5 \text{ люкс } 9 \text{ л}$ $E_{min} = 7.5 \text{ люкс } 8.5 \text{ л}$ $K_p = 3.2\%$ $E_{cp} = 7.75 \text{ л}$	$E_{max} = 8 \text{ люкс } 9.5 \text{ л}$ $E_{max} = 7 \text{ люкс } 8.5 \text{ л}$ $K_p = 5.5\%$ $E_{cp} = 9 \text{ л}$
1 лампа	1 лампа
$E_{max} = 3.9 \text{ люкс } 5.4 \text{ л}$ $E_{max} = 2.5 \text{ люкс } 4 \text{ л}$ $K_p = 3.8\%$ $E_{cp} = 5.2 \text{ л}$	

анализ

+

Естественное освещение

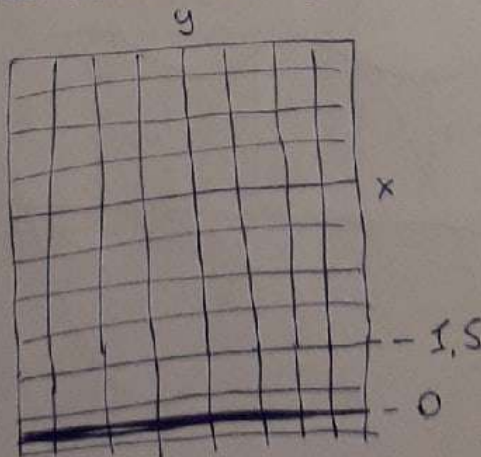


табл  
на с

Совет нормировать величину показываемости и коэффициент  
 $P = 20\% - 10\%$   $K_n = 10\%$

Пользуясь таблицами СНиП 23-05-95 для каждого из исследуемых объектов определим требуемое значение минимальной освещенности для комбинированного освещения.

Характеристика зрительной работы	Различение объектов при фиксированной и нефиксированной линии зрения:	Наименьший эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Под-разряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественно в освещении	
						освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	цилиндрическая освещенность, лк	показатель дискомфорта M	коэффициент пульсации освещенности, К <sub>п</sub> , %	КЕО, ед. %	
										при	
										вертикали боковым боковым	
очень высокой точности		От 0,15 до 0,30	А	1	Не менее 70	500	150*	40	10	4,0	1,5
				2	Менее 70	400	100*	40 15**	10	3,5	1,2

По таблице выше определен разряд А-2 зрительной работы по рассчитанной общей освещенности равной 464 лк.

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		Естественное освещение	Совмещенное освещение		
						Освещенность, лк	Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	KEO, %, %			
										при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения
						всего	по отдельности при системе общего освещения	P	K <sub>п</sub> , %	комбинированном освещении при боковом освещении	комбинированном освещении при боковом освещении



но не успевают погаснуть.

Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	a	Малый й	Темный й	4000 3500	400 400	- -	20 10	10 10	- -	- -	4,2	1,5
------------------------	-----------------	----	---	---------	----------	--------------	------------	--------	----------	----------	--------	--------	-----	-----

Исходя из таблицы выше допустимый коэффициент пульсации не более 10%.

Построим таблицу допустимости ламп по коэффициенту пульсации.

КЛЛ	Индукционная	Галогенная	Светодиодная	Накаливания
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Для общего освещения ~~систем~~ <sup>уровней норматива</sup> (к освещенности добавляется люкс)

Для системы комбинированного освещения освещенности ламп КЛЛ (2119 лк) и Индукционной (3299 лк) ~~хватает~~ <sup>хватает</sup> (по столбцу «всего»).

т.к. для общего норма 500-400; для комбинир. 2000-1500. <sup>оценка достаточна, т.к. если достать лампы на потолок, то при заводе допустимо.</sup>

3ф-3л	1ф-3л	3ф1ф-1л
$K_n = 3\%$	$K_n = 6.6\%$	$K_n = 21.8\%$
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Переключение на 1 фазу

Переключет на 3 фазы

4. Исследование стробоскопического эффекта

Были включены лампы на одну фазу трехфазной сети и запущен двигатель со стробоскопическим диском.

Изменяя скорость вращения диска установлена скорость, соответствующая появлению стробоскопического эффекта:

3 фазы	1 лампа	2 лампы	3 лампы
E, лк	1824	2521	2614
KП, %	11	13	19
V, об/с	100/4 = 1500	Нет эффекта	1500

анализ

Для устранения стробоскопического эффекта можно использовать свдиг фаз, для этого лампы, расположенные рядом присоединяют к разным фазам, достигая несинхронизированности достижения максимума и нулевых значений токов разных фаз. При таком перемешивании стробоск. эффекта не наблюдалось.

А при перемешивании на одну фазу лампы затухали одновременно, из-за чего наблюдался эффект, при этом для двух ламп не удалось подобрать скорости вращения диска, возможно из-за сложения волн.

10 ... не успевают  
посчитать.

## Вывод

В результате лабораторной работы выявлено, что КЛЛ, лампа накаливания, светодиодная и индукционная хорошо рассеивают свет, при этом галогенная лампа освещает более сфокусировано.

- Лампа накаливания обладает самым низким показателем освещения при средних значениях КП. Свет от нее рассеивается. Стоимость потребленной энергии такой лампой значительно превышает стоимость самой лампы. Наибольший износ лампы происходит в момент подачи тока. Она весьма недолговечна (~1000 часов).
- Светодиодная лампа обладает достаточно высоким показателем освещения при высоких значениях КП. Свет от нее рассеивается. Она дороже лампы накаливания, но и служит дольше (~15000 часов, при чем после этого времени она не выйдет из строя, а потускнеет, всего до 50000 часов). Наибольший износ лампы происходит в момент скачков напряжения.
- Галогенная лампа обладает самым высоким показателем освещения при достаточно высоких значениях КП. Свет от нее сфокусирован. По своим параметрам она похожа на лампу накаливания, за исключением более высокой стоимости и большей долговечности (~5000 часов).
- КЛЛ обладает высоким показателем освещения при низких значениях КП. Свет от нее рассеивается. Такая лампа тратит меньше электроэнергии, чем лампа накаливания и более равномерно выделяет свет. Она достаточно долговечна (~10000 часов), но из-за содержания в ней ртути требует особых условий утилизации.
- Индукционная лампа обладает достаточно низким показателем освещения при низких значениях КП. Свет от нее рассеивается. По своим параметрам она похожа на КЛЛ, за исключением значительно большей долговечности (~70000 часов) и неограниченного количества циклов включения-выключения.

Пользуясь таблицами СНиП 23-05-95 для каждой лампы определено требуемое значение минимальной освещенности для комбинированного освещения, выявлены нарушения норм по параметру освещенности (КЛЛ, индукционная) и коэффициента пульсации (галогенная, светодиодная накаливания, трубчатые люминесцентные лампы 3ф1ф-1л)

Пульсации освещенности вредны, поскольку вызывают быстрое утомление зрения и головную боль.

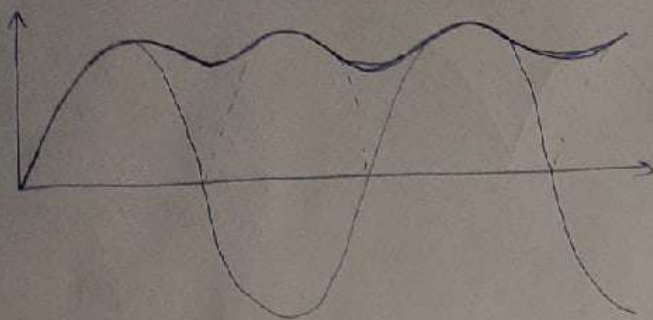


ливания:

Виты не успевают  
остыть.

Изменяя скорость вращения стробоскопического диска выявлена скорость, способствующая появлению стробоскопического эффекта, который может быть опасен, т.к. вращающиеся части механизмов могут показаться неподвижными и стать причиной травматизма.

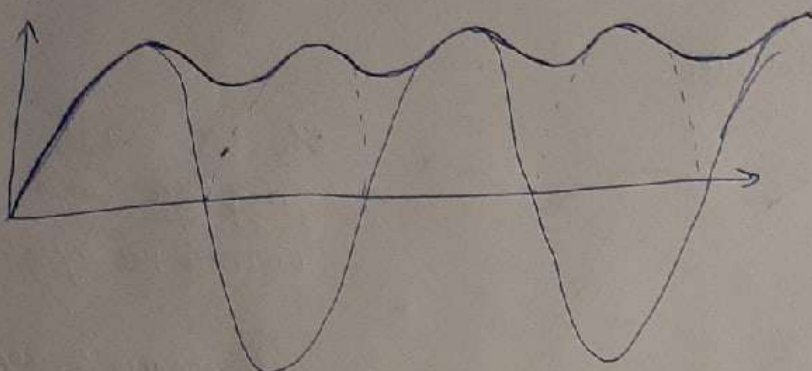
Лампа накаивания:



Свет не успевает  
остыть.

Пульсация  $\approx 10\%$

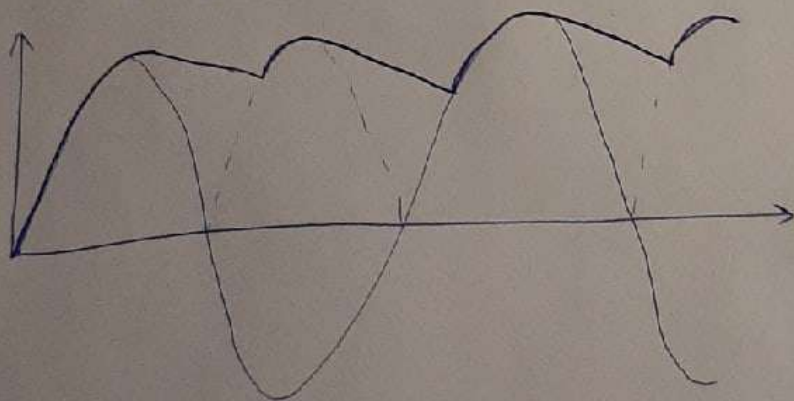
Точечная лампа:



То же, что  
накаивания

Пульсация  $\approx 20\%$

Светодиодная лампа:

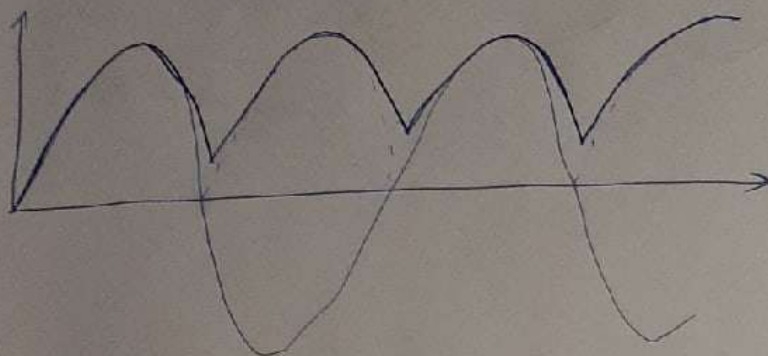


Драйвер преобразует  
переменный ток в  
постоянный, работа  
сглаживающий  
фильтр.

Пульсация  $\approx 33\%$



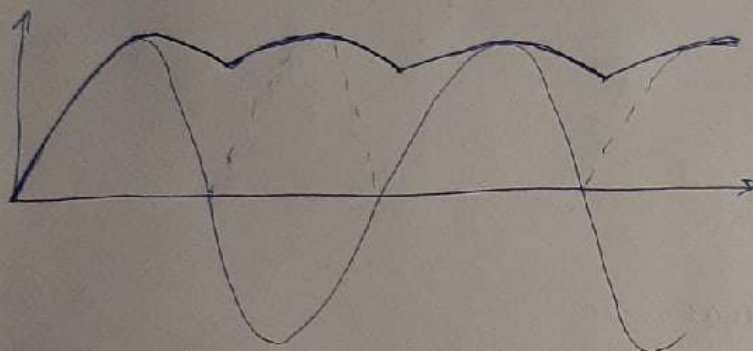
Люминисцентная лампа:



Если смотреть на  
инверцию люмино-  
фора, лампа  
сильно мерцает.

Глубина  $\approx 6,5\%$

Индукционная лампа:



Из-за газового  
разряда лампа  
почти не мерцает.

Глубина  $\approx 2\%$