

## Лабораторная работа № 3

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА РАЗНОГО ТИПА

**Цель работы:** ознакомиться с характеристиками искусственного освещения, нормируемыми показателями освещения, источниками искусственного света, приборами, используемыми для оценки освещенности; научиться определять эффективность источников света разного типа.

**Приборы и оборудование:** лабораторной установки НТЦ-17.55.1 «Освещение», люксметр Ю-116, люксметр ТКА-ПКМ (31), люксметр-пульсметр ТКА-ПКМ (08).

#### 1. Общие положения

Одним из важнейших элементов, благоприятных для условий труда, является рациональное освещение помещений и рабочих мест.

В зависимости от источника света производственное освещение может быть естественным, искусственным и совмещенным (ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное освещение»).

**Искусственное освещение** по функциональному назначению подразделяется на *рабочее, аварийное, охранное* и *дежурное*.

**Рабочее освещение** – освещение, обеспечивающее нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и в местах производства работ вне зданий.

**Аварийное освещение**, в свою очередь, подразделяется на *эвакуационное* и *освещение безопасности*.

**Эвакуационное освещение** – освещение, предназначенное для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения. Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов и на ступенях лестниц: в помещениях – 0,5 лк, на открытых территориях – 0,2 лк.

**Освещение безопасности** – освещение, необходимое для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения. Оно предусматривается в случаях, когда отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать взрыв, пожар, отравление людей, длительный сбой технологического процесса, нарушение работы объектов, обеспечивающих жизнедеятельность населения. Освещение безопасности должно обеспечивать на рабочих поверхностях наименьшую освещенность в размере 5% от рабочего, но не менее 2 лк внутри здания и 1 лк – на территории предприятия.

**Дежурное освещение** – энергосберегающее освещение, используемое в нерабочее время.

**Охранное освещение** – освещение, предусматриваемое вдоль границ охраняемой территории при отсутствии специальных технических средств охраны.

Искусственное освещение по месту расположения светильников используется двух систем: *общее* и *комбинированное*. **Общее** – освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (*общее равномерное*) или группируются с учетом расположения оборудования (*общее локализованное*). Система **комбинированного освещения** включает *общее* и *местное* освещение. Применение одного местного освещения (без общего) внутри помещений не допускается. Комбинированное освещение применяется при необходимости высокой освещенности рабочих поверхностей, а также тогда, когда к направлению светового потока предъявляются специальные требования. В комбинированной системе общее освещение составляет не менее 10% от требуемой нормируемой освещенности, а местное – 90%.

При искусственном освещении рабочих мест *нормируется минимальная освещенность рабочей поверхности* в зависимости от разряда и подразряда выполняемой работы. Нормативные значения минимальной освещенности приведены в табл. 3.1.

Нормы освещенности, приведенные в табл. 3.1, следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

- при работах I–VI разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;
- повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее (работа на дисковых пилах, гильотинных ножницах и т. п.);
- работе или производственном обучении подростков, если освещенность от системы общего освещения – 300 лк и менее;
- отсутствию в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения – 750 лк и менее;
- наблюдении деталей, вращающихся со скоростью, равной или более 5000 об/мин, или объектов, движущихся со скоростью, равной или более 1,5 м/мин;
- постоянном поиске объектов различения на поверхности размером 0,1 м<sup>2</sup> и более;
- в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

При наличии одновременно нескольких признаков нормы освещенности следует повышать не более чем на одну ступень.

В помещениях, где выполняются работы IV–VI разрядов, их нужно снижать на одну ступень при кратковременном пребывании людей или при наличии оборудования, не требующего постоянного обслуживания.

При выполнении в помещениях работ I–III, IVa, IVб, IVв, Va разрядов следует применять систему комбинированного освещения. Предусматривать систему общего освещения допускается при технической невозможности или нецелесообразности устройства местного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения, согласованных с органами государственного санитарного надзора.

Таблица 3.1

**Нормы проектирования освещения производственных помещений (ТКП 45-2.04-153-2009)**

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	КЕО, е <sub>н</sub> , %				
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения		Р	К <sub>п</sub> , %	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении
						всего	в том числе от общего		при верхнем или комбинированном освещении					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	–	20	10	–	–	6,0	2,0
				4500	500	–	10	10						
			б	Малый	Средний	4000	400	1250	20	10				
				Средний	Темный	3500	400	1000	10	10				
			в	Малый	Светлый	2500	300	750	20	10				
				Средний	Средний	2000	200	600	10	10				
			г	Большой	Темный	2000	200	600	10	10				
				Средний	Светлый	1500	200	400	20	10				
Большой	Светлый	1250	200	300	10	10								

Продолжение табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	a	Малый	Темный	4000 3500	400 400	– –	20 10	10 10	–	–	4,2	1,5
			б	Малый Средний	Средний Темный	3000 2500	300 300	750 600	20 10	10 10				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000 1500	200 200	500 400	20 10	10 10				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1000 750	200 200	300 200	20 10	10 10				
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	a	Малый	Темный	2000 1500	200 200	500 400	40 20	15 15	–	–	3,0	1,2
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000 750	200 200	300 200	40 20	15 15				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750 600	200 200	300 200	40 20	15 15				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	400	200	200	40	15				
Средней точности	Свыше 0,5 до 1,0	IV	a	Малый	Темный	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200	40	20				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	–	–	200	40	20				

Окончание табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Малой точности	Свыше 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Малый Средний	Средний Темный	–	–	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	–	–	200	40	20				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	–	–	200	40	20				
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное		VIII	а	То же		–	–	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Периодическое при постоянном пребывании людей в помещении			б	То же		–	–	75	–	–	1	0,3	0,7	0,2
Периодическое при периодическом пребывании людей в помещении			в	То же		–	–	50	–	–	0,7	0,2	0,5	0,2
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями			г	То же		–	–	20	–	–	0,3	0,1	0,2	0,1

При наличии в одном помещении рабочих и вспомогательных зон следует предусматривать локализованное общее освещение (при любой системе освещения) рабочих зон и менее интенсивное освещение вспомогательных зон, относя их к разряду VIIa.

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составлять не менее 10% нормируемой для комбинированного освещения при тех источниках света, которые применяются для местного освещения. При этом освещенность должна быть не менее 200 лк при газоразрядных лампах, не менее 75 лк – при лампах накаливания. Создавать освещенность от общего освещения в системе комбинированного более 5000 лк при газоразрядных лампах и более 150 лк при лампах накаливания допускается только при наличии обоснований.

В помещениях без естественного света освещенность рабочей поверхности, создаваемую светильниками общего освещения в системе комбинированного, следует повышать на одну ступень.

Отношение максимальной освещенности к минимальной не должно превышать для работ I–III разрядов при люминесцентных лампах 1,3; при других источниках света – 1,5; для работ разрядов IV–VII – 1,5 и 2,0 соответственно.

Неравномерность освещенности допускается повышать до 3,0 в тех случаях, когда по условиям технологии светильники общего освещения могут устанавливаться только на площадках, колоннах или стенах помещения.

В производственных помещениях освещенность проходов и участков, где работа не производится, должна составлять не более 25% от нормируемой освещенности, создаваемой светильниками общего освещения, но не менее 30 лк при лампах накаливания.

В цехах с полностью автоматизированным технологическим процессом следует предусматривать освещение для наблюдения за работой оборудования, а также дополнительно включаемые светильники общего и местного освещения для обеспечения необходимой (в соответствии с табл. 3.1) освещенности при ремонтно-наладочных работах.

Для общего искусственного освещения помещений следует использовать, как правило, светодиодные или разрядные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшей световой отдачей и сроком службы.

Световая отдача источников света для общего искусственного освещения помещений при минимально допустимых индексах цветопередачи не должна быть меньше значений, приведенных в табл. 3.2.

**Цветопередача** – общее понятие, характеризующее влияние спектрального состава источника света на зрительное восприятие цветных объектов, сознательно или бессознательно сравниваемое с восприятием тех же объектов, освещенных стандартным источником света.

**Индекс цветопередачи** – мера соответствия зрительных восприятий цветного объекта, освещенного исследуемым и стандартными источниками света при определенных условиях наблюдения.

**Световая отдача источников света  
для общего искусственного освещения помещений  
(по ТКП 45-2.04-153-2009)**

Тип источника света	Световая отдача, лм/Вт, не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи $R_a$			
	$\geq 80$	$\geq 60$	$\geq 45$	$\geq 25$
Люминесцентные лампы	65	75	–	–
Компактные люминесцентные лампы	70	–	–	–
Металлогалогенные лампы (МГЛ)	75	90	–	–
Дуговые ртутные лампы (ДРЛ)	–	–	55	–
Натриевые лампы высокого давления (НЛВД)	–	75	–	100
Светодиодные лампы (СД)	70	75	–	–
Светодиодные модули	80	90	–	–

Рассмотрим характеристику источников искусственного света.

В *лампах накаливания* свечение исходит от накаляемой электрическим током до высокой температуры вольфрамовой нити. В этих лампах подводимая электроэнергия тратится в основном на излучение невидимых тепловых лучей и только небольшая часть ее, около 3–3,5%, идет на получение световой энергии. Для исключения окисления тела накала при контакте с воздухом его помещают в вакуумированную колбу либо колбу, заполненную инертными газами или парами галогенов. Лампы накаливания делятся на вакуумные (самые простые), аргоновые (азот-аргоновые), криптоновые, ксенон-галогенные с отражателем ИК-излучения (так как большая часть излучения лампы приходится на ИК-диапазон, то отражение ИК-излучения внутрь лампы заметно повышает КПД), накаливания с покрытием, преобразующим ИК-излучение в видимый диапазон.

Достоинства этих ламп: удобны в эксплуатации; не требуют дополнительных устройств для подключения; просты в изготовлении. Недостатки лампы накаливания: низкий КПД (10–13%), сравнительно малый срок службы (до 2500 ч), в спектре преобладают желтые и красные лучи, что сильно отличает их спектральный состав от солнечного света.

В лампах накаливания и других источниках света важна их **световая отдача**, которая представляет собой отношение светового потока к мощности лампы. Светоотдача определяет экономичность лампы, показывая, сколько люменов светового потока излучается в результате преобразования в световую энергию 1 Вт мощности. В лампах накаливания очень низкая световая отдача – 7–20 лм/Вт.

*Газоразрядные лампы* низкого и высокого давления генерируют свет в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов и паров металла по принципу люминесценции («холодное свечение»). При этом различные виды энергии (химической, электрической) превращаются в световую, исключая стадию перехода в тепловую энергию. Преимуществами газоразрядных ламп, по

сравнению с лампами накаливания, являются высокая световая отдача 40–110 лм/Вт, срок службы 5000–15 000 ч. От газоразрядных ламп можно получить световой поток практически в любой части спектра. Это достигается соответствующим подбором люминофора, состава инертных газов и паров металлов, в атмосфере которых происходит разряд. Недостатки газоразрядных ламп такие: необходимость специального пускорегулирующего устройства, длительное время разогрева (для некоторых ламп), пульсация светового потока, а также неустойчивая работа при температуре воздуха ниже нуля.

В зависимости от распределения светового потока по спектру путем применения разных люминофоров различают несколько типов ламп: НЛВД – натриевые лампы высокого давления; ДРИ – дуговые ртутные лампы высокого давления с излучающими добавками; ДРЛ – дуговые ртутные люминесцентные лампы высокого давления; МГЛ – металлогалогенные лампы; ЛЛ – люминесцентные лампы; ЛБ – люминесцентные лампы белого света; ЛХБ – люминесцентные лампы холодного белого света; ЛТБ – люминесцентные лампы теплого белого света; ЛХЕ – люминесцентные лампы холодного естественного света; ЛДЦ – люминесцентные лампы дневного света с улучшенной цветопередачей; КЛЛ – компактные люминесцентные лампы и др.

В качестве источника света в *светодиодных лампах* используют светодиоды. Светодиод (СД, англ. light-emitting diode, LED) – полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока в прямом направлении. Излучаемый светодиодом свет лежит в узком диапазоне спектра. Иными словами, его кристалл изначально излучает конкретный цвет (если речь идет об СД видимого диапазона) – в отличие от лампы, излучающей более широкий спектр, где нужный цвет можно получить лишь применением внешнего светофильтра. Диапазон излучения светодиода во многом зависит от химического состава использованных полупроводников.

Светодиодная лампа является одним из самых экологически чистых источников света. Принцип свечения светодиодов позволяет применять в производстве и работе самой лампы безопасные компоненты. Светодиодные лампы не используют веществ, содержащих ртуть, поэтому они не представляют опасности в случае выхода из строя или повреждения колбы. Различают законченные устройства – светильники и элементы для светильников – сменные лампы.

Преимущество светодиодного светильника по сравнению с лампами накаливания – низкое энергопотребление, заявленный долгий срок службы от 30 000 до 50 000 и более часов, простота установки, более низкая температура корпуса по сравнению с лампой накаливания, имеющей сравнимую яркость, высокая механическая прочность, зачастую – небольшие габариты. Полная экологическая безопасность позволяет сохранять окружающую среду, не требуя специальных условий по утилизации: не содержит ртути, ее производных и других ядовитых, вредных или опасных составляющих материалов и веществ.

Основные недостатки – высокая цена, кроме того, многие светодиодные лампы светят только в одном направлении (что может быть и достоинством). Производители ламп в целях повышения светоотдачи, снижения тепловыделе-

ния и экономии на радиодеталях часто полностью или частично пренебрегают сглаживанием пульсаций питающего светодиода тока, вследствие чего такие лампы имеют невидимое невооруженному глазу мерцание с удвоенной частотой питающей электросети, а из-за экономии на теплоотводящих элементах возможен перегрев и порча светодиодов, особенно в закрытых плафонах.

Выбор источников света при системе общего освещения по цветовым характеристикам следует производить на основании табл. 3.3. Применение ксеноновых ламп внутри помещений не допускается.

Таблица 3.3

**Источники света при системе общего освещения  
(по ТКП 45-2.04-153-2009)**

Характеристика зрительной работы по требованиям, предъявляемым к цветоразличению	Освещенность, лк	Минимальный индекс цветопередачи источников света, $R_a$	Диапазон цветовой температуры источников света $T_c$ , °К	Примерные типы источников света
Контроль цвета с очень высокими требованиями к цветоразличению (контроль готовой продукции на швейных фабриках, подбор красок для цветной печати и т. п.)	300 и более	90	5000–6000	ЛДЦ, ЛДЦ УФ (ЛХЕ), СД
Сопоставление цветов с высокими требованиями к цветоразличению (ткачество, цветная печать и т. д.)	300 и более	85	3500–6000	ЛБЦТ, ЛДЦ, ЛДЦ УФ, СД
Различение цветных объектов при невысоких требованиях к цветоразличению (сборка радиоаппаратуры, прядение, намотка проводов и т. п.)	500 и более	50	3500–6000	ЛБ (ЛХБ), МГЛ, СД
	300, 400	50	3500–5500	ЛБ (ЛХБ), МГЛ, НЛВД + МГЛ, СД
	150, 200	45	3000–4500	ЛБ (ЛХБ), НЛВД + МГЛ, ДРЛ, СД
	Менее 150	40	2700–3500	ЛБ, ДРЛ, НЛВД + МГЛ (ЛН, КГ), СД
Требования к цветоразличению отсутствуют (механическая обработка металлов, пластмасс, сборка машин и т. п.)	500 и более	50	3500–6000	ЛБ (ЛХБ), МГЛ, СД
	300, 400	40	3500–5500	ЛБ (ЛХБ), МГЛ (ДРЛ), НЛВД + МГЛ, СД
	150, 200	29	2600–4500	
	Менее 150	25	2400–3500	НЛВД + МГЛ, НЛВД + ДРЛ, ЛБ (ДРЛ), НЛВД (ЛН, КГ), СД

Качественное и экономное освещение рабочих мест невозможно без использования соответствующих *светильников* – источников света, заключенных в специальную осветительную арматуру.

Для освещения помещений следует использовать, как правило, наиболее экономичные светодиодные светильники и светильники с газоразрядными лампами. Применение светильников с лампами накаливания для общего освещения допускается только в случае технической невозможности или технико-экономической нецелесообразности использования других типов светильников.

Для местного освещения, кроме светодиодных и разрядных источников света, следует использовать лампы накаливания, в т. ч. галогенные.

Основные функции электрического светильника – это правильное распределение (перераспределение) светового потока лампы и защита органа зрения от чрезмерной яркости источника света. Осветительная арматура светильника, кроме эстетического компонента, защищает источник света от механических повреждений, влияния вредных химических веществ, пылей, копоти, влаги. Арматура предназначена для крепления светильника и подключения его к источнику питания. Разработано несколько классификаций светильников *в зависимости от распределения светового потока*. Так, светильники прямого света (П) более 80% светового потока направляют в нижнюю полусферу за счет внутренней отражающей эмалевой или полированной поверхности, светильники преимущественно прямого света (Н) в нижнюю полусферу направляют 60–80% светового потока, рассеянного света (Р) – 40–60%, преимущественно отраженного света (В) – 20–40%. Светильники отраженного света (О) в нижнюю полусферу направляют менее 20% всего светового потока, тогда как более 80% света распределяется вверх, на потолок, где он отражается и затем направляется в рабочую зону. С гигиенических позиций светильники отраженного света имеют ряд преимуществ (равномерность освещения, практическое отсутствие блескости). Однако в условиях производства они применяются редко, так как для них требуется высокий коэффициент отражения потолка и чистый воздух, что не всегда возможно для ряда производств.

*В зависимости от конструктивного исполнения* различают светильники открытые (лампа не отделена от внешней среды), закрытые (лампа отделена оболочкой, допускающей свободный проход воздуха), пыленепроницаемые, влагозащищенные, взрывозащищенные. *По назначению* светильники бывают местного и общего освещения.

Существуют два способа размещения светильников общего освещения: *равномерный* и *локализованный*. При равномерном способе светильники располагают в прямоугольном или шахматном порядке. В первом случае их располагают по вершинам прямоугольника, во втором – по вершинам ромба. Недостатком этого размещения является сравнительно большой расход энергии, в отдельных случаях появление теней на рабочей поверхности. При локализованном способе светильники располагают с учетом местонахождения машин и рабочих поверхностей. Локализованное размещение применяется в помещениях с несимметричной расстановкой оборудования; при этом потребная для освеще-

ния мощность светильника уменьшается, что является преимуществом этого способа размещения перед равномерным.

Светильники местного освещения размещают в непосредственной близости от рабочей поверхности и закрепляют около рабочего места на шарнирном кронштейне, позволяющем направлять световой поток в нужном направлении.

При проектировании осветительных установок следует вводить коэффициент запаса  $K$ , учитывающий снижение освещенности в процессе эксплуатации установки (загрязнение светильников, старение ламп и т. д.). Коэффициент  $K$  в зависимости от характеристики производства, мощности ламп, типа источника и сроков очистки принимается в пределах 1,3–2,0.

Контроль за соблюдением показателей естественного и искусственного освещения на рабочих местах должен осуществляться в соответствии с требованиями ТНПА, с учетом специфики и условий труда, но не реже 1 раза в 2 года, а также после проведения реконструкции, модернизации производства, мероприятий по улучшению условий труда.

## 2. Экспериментальная часть

### 2.1. Описание приборов

#### 2.1.1 Люксметр Ю-116

Для измерения освещенности помещений используется люксметр Ю-116. Принцип его действия основан на фотоэлектрическом эффекте, т. е. преобразовании световой энергии в электрическую. Люксметр (рис. 3.1) состоит из фотоэлемента 5, соединенного с милливольтметром 6. Шкалы последнего проградуированы в люксах с пределами измерений: нижняя – от 0 до 30 лк, верхняя – от 0 до 100 лк. Увеличение пределов измерений осуществляется за счет применения насадок, которые надеваются на фотоэлемент. В комплект входят три насадки с коэффициентами ослабления:  $M = 10$ ,  $P = 100$ ,  $T = 1000$  (2, 3, 4). Перечисленные насадки применяются вместе с матовой полусферической насадкой  $K 1$ .

При использовании насадок предел измерений по верхней и нижней шкалам увеличивается. Новые значения пределов измерений в зависимости от комплекта применяемых насадок указаны в правой части прибора. В левой колонке указаны предельные значения нижней шкалы прибора в зависимости от применяемого комплекта насадок (КМ, КР, КТ), в правой – предельные значения верхней шкалы.

Благодаря применению насадок с помощью люксметра Ю-116 можно измерять освещенность до 100 000 лк.

Перед началом измерений необходимо соединить фотоэлемент 5 с милливольтметром 6, т. е. вилку фотоэлемента вставить в гнездо прибора, **строго соблюдая полярность**. Для того чтобы прибор при этом не вынимать из футляра, в последнем напротив соединительного гнезда сделан специальный вырез. Включение прибора производится нажатием одной из кнопок в правой нижней части прибора (левая – нижняя шкала, правая – верхняя).

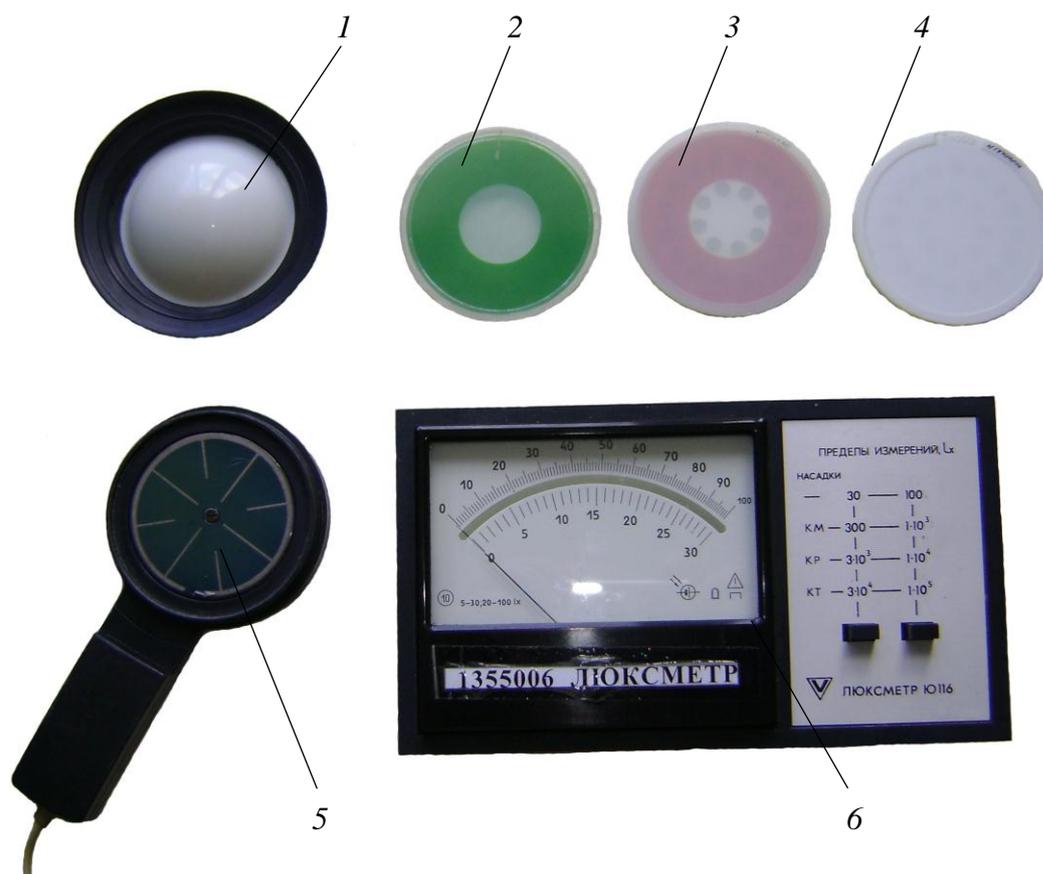


Рис. 3.1. Общий вид люксметра Ю-116:  
 1 – полусферическая насадка К; 2, 3, 4 – насадки с коэффициентами  
 ослабления: М = 10, Р = 100, Т = 1000 соответственно;  
 5 – фотоэлемент; 6 – милливольтметр

Измерение освещенности следует начинать по шкале 0–30 (нажимается левая кнопка). Если при этом стрелка на шкале прибора смещается в крайнее правое положение, необходимо переключиться на шкалу 0–100 (надавливается правая кнопка). Если в этом случае стрелка прибора окажется в крайнем правом положении, следует использовать поочередно насадки КМ, КР, КТ в зависимости от освещенности, каждый раз начиная измерение по нижней шкале.

Смещение стрелки прибора в крайнее левое положение шкалы свидетельствует о том, что измеряемая освещенность мала. При этом следует заменить насадки с большим коэффициентом ослабления на насадки с меньшим коэффициентом или снять их совсем.

При определении освещенности фотоэлемент устанавливается горизонтально на рабочих местах. По окончании работы отсоединить фотоэлемент от люксметра и аккуратно уложить комплектующие элементы в футляр прибора.

### 2.1.2 Люксметр-пульсметр ТКА-ПКМ (08)

Люксметр-пульсметр ТКА-ПКМ (08) предназначен для измерения освещенности и коэффициента пульсации в видимой области спектра в жилых, административных и производственных помещениях. Люксметр (рис. 3.2) состоит

из блока управления и индикации и фотоэлемента.

Измерения проводятся следующим образом. Включение производится путем нажатия на кнопку «Вкл/Выкл» при этом на индикаторе прибора высвечивается «ТКА-ПКМ (08)», а затем возникает надпись «Затемните фотоэлемент и нажмите HOLD». Для калибровки прибора следует полностью затемнить фотоэлемент путем накрытия его непрозрачным предметом (тетрадь, рукой и пр.) и нажать клавишу «HOLD». После проведения внутренней калибровки прибор готов к работе. При измерении коэффициента пульсации следует выдержать положение фотоэлемента в контролируемой точке не менее чем 5–7 с.



Рис. 3.2. Общий вид люксметра-пульсметра ТКА-ПКМ (08):  
1 – блок управления и индикации; 2 – фотоэлемент.

**Внимание!** Во избежание повреждения соединительного кабеля, во время измерения фотоэлемент следует удерживать за его корпус (не затемняя измерительную поверхность), а не за соединительный кабель.

Для удобства снятия показаний в условиях низкой освещенности предусмотрена временная подсветка экрана прибора. Для этого стоит нажать на клавишу «Подсветка». Так же с при помощи клавиши «HOLD» можно зафиксировать на экране текущие значения освещенности и коэффициента пульсации.

## 2.2. Описание лабораторного стенда НТЦ-17.55.1 «Освещение»

Учебный лабораторный стенд предназначен для исследования эффективности систем искусственного освещения.

Конструктивно стенд состоит из двух частей:

- лабораторной установки с установленными источниками света;
- сборной светонепроницаемой камеры размерами 2500×2500×2400 мм.

Стенд выполнен из легкого алюминиевого профиля. На стенде располо-

жена столешница интегрированного рабочего стола, подвижный подвес с источниками света различного типа: лампа накаливания, люминесцентная и энергосберегающая лампы (см. рис. 3.3).

Высота подвеса регулируется установленной ручной лебедкой и контролируется измерительной линейкой.



Рис. 3.3. Общий вид лабораторной установки НТЦ-17.55.1 «Освещение»

Стенд позволяет оценивать эффективность различных источников света по двум показателям: величине освещенности и мощности потребляемой источником света, что важно с точки зрения энергосбережения.

Для измерения мощности на стенде установлен ваттметр, для измерения освещенности используется переносной люксметр. При использовании люксметра за пределами камеры имеется возможность определения характеристик системы естественного освещения, существующей в лаборатории, а также исследования совмещенного освещения.

### 2.3. Указания по безопасности работы со стендом

При эксплуатации стенда необходимо соблюдать требования ТКП 181-2009 «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и ТКП 427-2012 «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок».

Стенд эксплуатировать только в помещении без повышенной опасности по степени поражения электрическим током.

Включение питания стенда и выполнение работ производится только после разрешения преподавателя.

Корпус стенда должен быть заземлен на контур заземления. Сопротивление контура заземления не более 4 Ом.

Перед вскрытием задней крышки и присоединением (отсоединением) разъема соединительного кабеля необходимо отключить стенд от питающей сети.

Во время работы избегать контакта с нагретыми элементами силового агрегата.

### 2.4. Порядок выполнения работы

#### 2.4.1. Экспериментальное исследование зависимости освещенности рабочего места от высоты подвеса светильника и типа источника света

Зашторить камеру от проникновения света от посторонних источников.

Установить с помощью лебедки подвес со светильниками на высоте 0,7 м от поверхности стола. Подключить сетевой шнур стенда к электросети. Выбрать галетным переключателем источник света (1) – «Лампа накаливания». С помощью люксметра измерить освещенность на поверхности стола. Зафиксировать показания. Плавно поворачивая рукоятку привода лебедки приподнять подвес со светильниками на 0,1 м вверх, повторить измерения и зафиксировать показания. Повторить пошаговый подъем подвеса на 0,1 м с проведением измерений и фиксацией данных до максимальной высоты в 1,3 м. (**ВНИМАНИЕ! Не допускать подъема подвеса со светильниками до упора**). Данные занести в табл. 3.4.

Переключить источник света галетным переключателем в положение (2) – «Люминесцентная лампа» и повторить эксперимент, пошагово опуская подвес с высоты 1,3 м и проводя измерения в каждом случае до исходного положения 0,7 м с шагом 0,1 м.

Переключить источник света галетным переключателем в положение (3) – «Энергосберегающая лампа» и повторить эксперимент, пошагово поднимая подвес с высоты 0,7 м и проводя измерения в каждом случае до верхнего положения в 1,3 м с шагом 0,1 м.

**Результаты измерения освещенности**

Источник света	Высота подвеса светильника, м	Освещенность, лк
Лампа накаливания	0,7	
	0,8	
	0,9	
	1,0	
	1,1	
	1,2	
	1,3	
Люминесцентная лампа	0,7	
	0,8	
	0,9	
	1,0	
	1,1	
	1,2	
	1,3	
Энергосберегающая лампа	0,7	
	0,8	
	0,9	
	1,0	
	1,1	
	1,2	
	1,3	

По результатам опытов построить графики зависимости освещенности от расстояния до поверхности стола для всех типов источников света в одних осях. Сделать заключение по результатам работы.

#### **2.4.2. Экспериментальное исследование эффективности источников света разного типа**

Зашторить камеру от проникновения света от посторонних источников.

Установить с помощью лебедки подвес со светильниками на высоте 0,7 м от поверхности стола. Подключить сетевой шнур стенда к бытовой электросети. Выбрать галетным переключателем источник света (1) – «Лампа накаливания». С помощью люксметра измерить освещенность на поверхности стола. Зафиксировать показания люксметра и измерителя мощности цифрового НТЦ-55.100 (ИМЦ). Данные занести в табл. 3.5.

Последовательно переключить галетный переключатель в положения (2) – «Люминесцентная лампа» и (3) – «Энергосберегающая лампа» и повторить измерения освещенности и потребляемой мощности.

Плавное поворачивая рукоятку привода лебедки приподнять подвес со светильниками на 0,2 м вверх, повторить измерения и зафиксировать показания для каждого из источников света поочередно переключая их галетным переключателем. Повторить пошаговый подъем подвеса на 0,2 м с проведением измерений и фиксацией данных до максимальной высоты в 1,3 м от поверхности

стола. (**ВНИМАНИЕ!** Не допускать подъема подвеса со светильниками до упора).

Таблица 3.5

**Результаты исследования эффективности источников света разного типа**

Источник света	Высота подвеса светильника, м	Мощность, Вт	Освещенность, лк
Лампа накаливания	0,7		
	0,9		
	1,1		
	1,3		
Люминесцентная лампа	0,7		
	0,9		
	1,1		
	1,3		
Энергосберегающая лампа	0,7		
	0,9		
	1,1		
	1,3		

По результатам опытов определить эффективность источников света. Сделать заключение по результатам работы.

**Контрольные вопросы**

1. Виды искусственного освещения и их характеристики.
2. Требования, предъявляемые к различным видам искусственного освещения.
3. Как осуществляется нормирование искусственного освещения?
4. Какие виды источников искусственного света Вы знаете?
5. Дайте характеристику лампам накаливания. Какие у них достоинства и недостатки?
6. Что такое световая отдача, индекс цветопередачи?
7. Дайте характеристику газоразрядным лампам. Какие у них достоинства и недостатки?
8. Дайте характеристику светодиодным лампам. Какие у них достоинства и недостатки?
9. Как классифицируются светильники, где они применяются?
10. Расскажите об устройстве и правилах пользования люксметром.

**Литература**

1. Естественное и искусственное освещение: ТКП 45-2.04-153-2009. – Введ. 01.01.10. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2010. – 103 с.
2. Гармаза, А. К. Охрана труда: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений по специальностям лесного профиля / А. К. Гармаза, И. Т. Ермак, Б. Р. Ладик – Минск: БГТУ, 2010. – 366 с.