

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
для студентов направлений 280700.62, 140400.62,
150700.62, 151900.62, 190600.62, 190700.62,
220400.62, 220700.62, 221700.62, 231000.62,
036401.65, 090303.65, 190109.65, 190110.65

Курган 2014

Кафедра: «Экология и безопасность жизнедеятельности»

Дисциплины: «Безопасность жизнедеятельности», «Эргономика»
(направления: 140400.62; 150700.62; 151900.62; 190600.62;
190700.62; 220400.62; 220700.62; 221700.62; 231000.62;
280700.62; 072500.62; специальности 190109.65; 190110.65).

Составители: канд. техн. наук, доц. Н.К. Смирнова, канд. техн. наук, доц. А.И. Микуров, канд. биол. наук, доц. В.А. Кривобокова, ст. преподаватель Н.Г. Евтушенко.

Работа выполнена при равноценном участии авторов.

Утверждены на заседании кафедры «19» декабря 2013 г.

Рекомендованы методическим советом университета «31» декабря 2013 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	стр 4
1 Основные характеристики и нормирование естественного освещения	6
2 Методика определения естественного освещения в помещении	15
3 Методика проектирования естественного освещения	16
4 Описание и принцип действия люксметра Ю-116	23
5 Порядок выполнения работы	26
6 Контрольные вопросы	27
Список литературы	28
Приложение А	29
Приложение Б	31
Приложение В	36

Введение

Одним из основных факторов безопасного проведения рабочего процесса является достаточное освещение рабочей зоны.

Недостаточное или нерациональное освещение приводит к утомлению глаз и центральной нервной системы, понижает умственную и физическую работоспособность, создает ощущение дискомфорта, приводит к развитию ряда заболеваний, а также может стать причиной получения травм.

Поэтому все помещения, предназначенные для длительного пребывания людей, должны быть освещены прямыми и рассеянными солнечными лучами, т.к. солнечный свет оказывает биологически оздоравливающее и тонизирующее воздействие на человека.

При выполнении практических работ в соответствии с заданиями студенты более углубленно усваивают следующие компетенции курса «Безопасность жизнедеятельности»:

Направление 140400.62:

способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда (ПК-22);
готовность контролировать соблюдение требований безопасности жизнедеятельности (ПК-36).

Направление 150700.62:

умение проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ (ПК-5).

Направление 151900.62:

способность проводить контроль соблюдения экологической безопасности машиностроительных производств (ПК-28).

Направление 190600.62:

владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-15).

способность оценить риск и определить меры по обеспечению безопасной и эффективной эксплуатации транспортных, транспортно-технологических машин, их агрегатов и технологического оборудования (ПК-28).

Направление 190700.62:

владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-15).

Направление 220400.62:

способность владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ПК-15);

способность владеть методами профилактики производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращения экологических нарушений (ПК-26).

Направление 220700.62:

способность использовать основные методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-20);

способность проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности выполняемых работ (ПК-29).

Направление 221700.62:

способность применять методы и средства защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и современных средств поражения (ОК-14).

проведение мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ (ПК- 9).

Направление 231000.62:

владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-12).

Направления 190109.65 и 190110.65:

владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ПК- 9).

При освоении студент должен в соответствии с *компетенцией ПК-5* (владеет основами методики разработки проектов и программ для отрасли, проведения необходимых мероприятий, связанных с безопасной и эффективной эксплуатацией транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов) знать безопасные условия работы и определять достаточность проектируемых мероприятий.

Определение необходимого значения естественного освещения для конкретных условий зрительной работы является важным звеном для планирования мероприятий по обеспечению безопасных условий труда.

Цель работы: закрепление теоретических знаний по нормированию и расчету естественного освещения в рабочих помещениях, приобретение практических навыков пользования нормативными документами.

Задачи при выполнении работы:

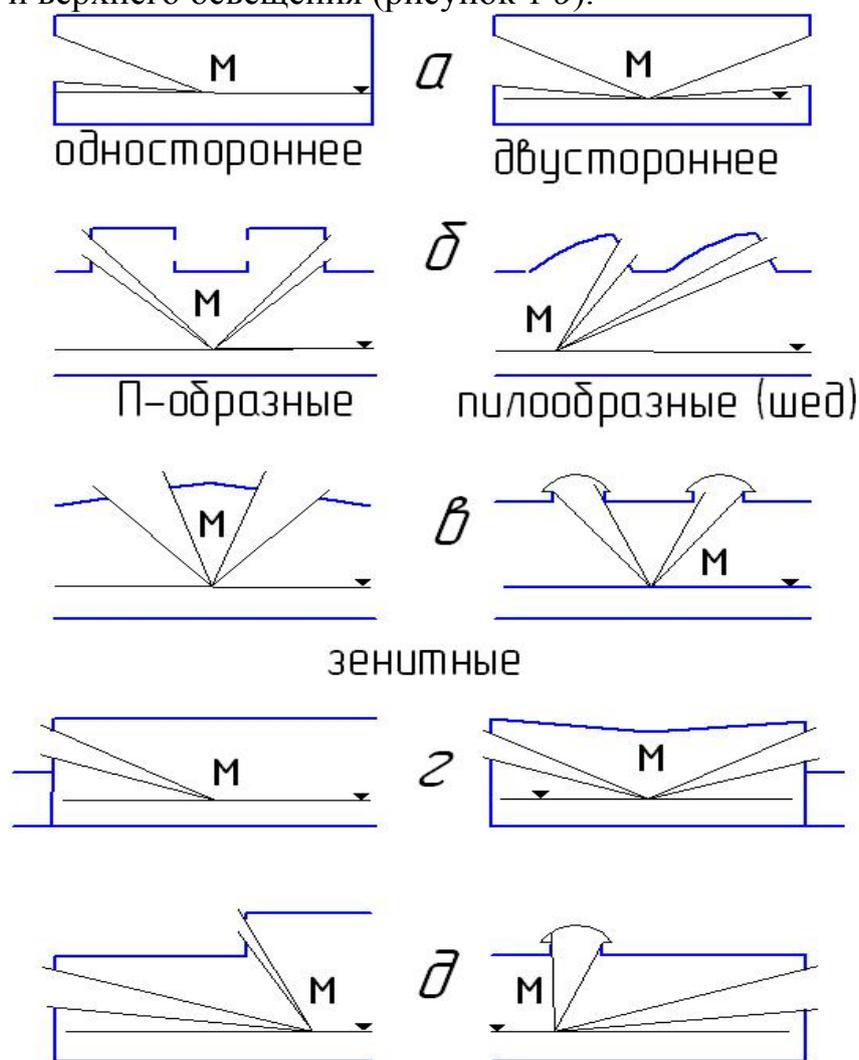
- ознакомление с принципами нормирования и методами измерений параметров естественного освещения;
- ознакомление с устройством и принципом работы прибора «Люксметр Ю-116»;
- исследование нормируемых показателей, характеризующих естественное освещение в условиях лаборатории;
- выполнение исследования зрительных условий труда методом измерений, аналитическим и графоаналитическим методами;
- составление отчета в соответствии с разделом 5.

1 Основные характеристики и нормирование естественного освещения

Естественное освещение — освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Естественное освещение изменяется в течение года, сезона, дня в зависимости от погодных и климатических условий как по уровням освещенности, так и по спектральному составу.

Согласно нормам [3, 4] помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение. Правила гигиены труда требуют максимального использования естественного освещения, т.к. оно обеспечивает хорошую равномерность освещения и вследствие высокой диффузности (рассеивания) благоприятно действует на зрение [4].

Естественное освещение по устройству бывает: *боковое*, когда свет проникает в помещение через световые проемы в наружных стенах (рисунок 1 а), окнах; *верхнее* – через световые фонари в кровле или световые проемы в стенах в местах перепада высот здания (рисунок 1 б, в, г); *комбинированное* – сочетание бокового и верхнего освещения (рисунок 1 д).



а – боковое освещение; б, в, г – верхнее освещение,
д – комбинированное освещение, ▼ – уровень рабочей поверхности
Рисунок 1 – Схемы естественного освещения

Классификация типов фонарей приведена на рисунке 2.

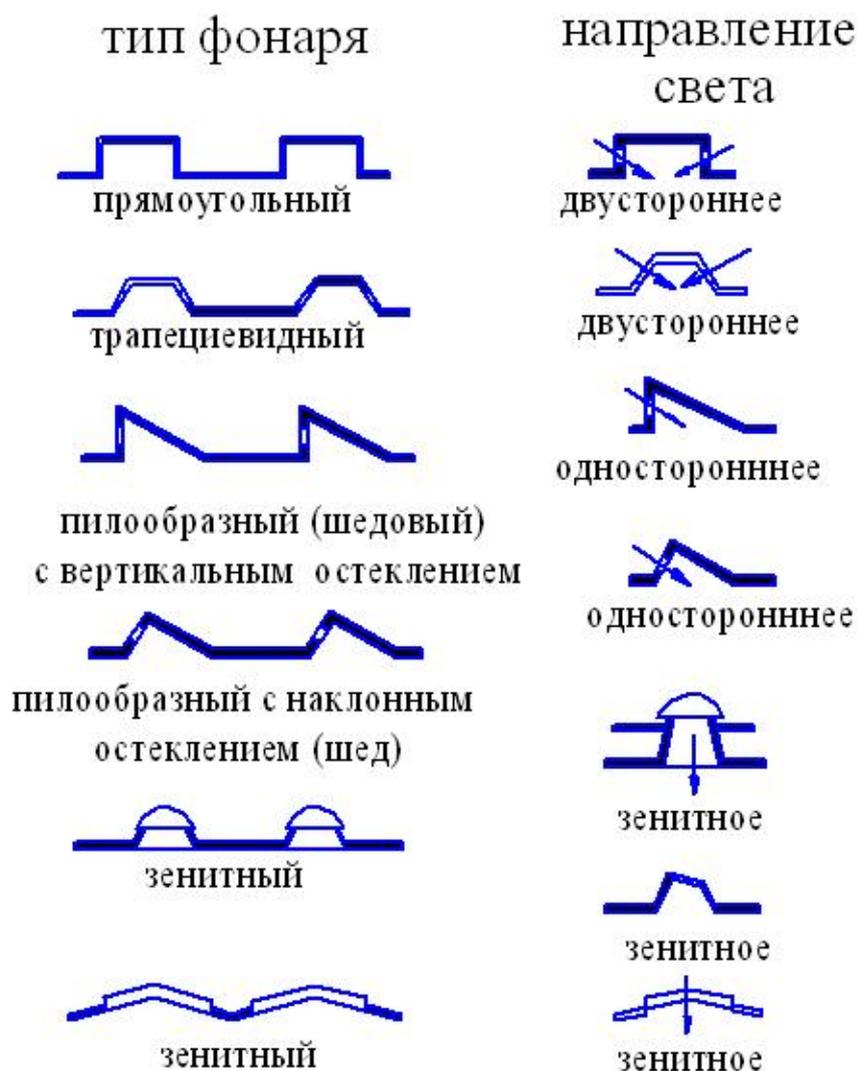


Рисунок 2 – Классификация типов фонарей и направлений света

Освещенность (E) – плотность светового потока на освещаемой поверхности, лк:

$$E = \frac{\Phi}{S} . \quad (1)$$

В качестве критерия естественного освещения принят *коэффициент естественной освещенности (КЕО)* – отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или после отражений), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода; выражается в процентах:

$$e = \frac{E_{вн}}{E_{нар}} \cdot 100\% , \quad (2)$$

где $E_{вн}$, $E_{нар}$ – естественная освещенность, измеренная соответственно в контрольной точке внутри помещения и снаружи здания, люкс (лк).

Требуемая освещенность нормируется в соответствии со зрительным напряжением или характером выполняемой зрительной работы [3]. В зависимости от степени зрительного напряжения все зрительные работы подразделяются на 8 разрядов и подразряды (таблицы 1 и 2). Условия зрительные работы определяют нормируемый КЕО (e_n).

Таблица 1 – Требования к освещению помещений промышленных зданий

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Естественное освещение		Совмещенное освещение								
						$e_n, \%$										
						при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	—	—	6,0	2,0							
			б	Малый Средний	Средний Темный											
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный											
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний											
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	—	—	4,2	1,5							
			б	Малый Средний	Средний Темный											
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный											
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний											
			Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III					а	Малый	Темный	—	—	3,0	1,2
										б	Малый Средний	Средний Темный				
										в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный				
г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний														

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Средней точности	Св.0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малый Средний	Средний Темный				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный				
			г	Средний Большой	Светлый Средний				
Малой точности	Св. 1 до 5	V	а	Малый	Темный	3	1	1,8	0,6
			б	Малый	Средний				
				Средний	Темный				
			в	Малый	Светлый				
				Средний	Средний				
				Большой	Темный				
			г	Средний	Светлый				
				Большой	Светлый				
	Большой	Средний							
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		3	1	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		3	1	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное периодическое при постоянном пребывании людей в помещении периодическое при периодическом пребывании людей в помещении. Общее наблюдение за инженерными коммуникациями		VIII	а	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	3	1	1,8	0,6	
			б		1	0,3	0,7	0,2	
			в		0,7	0,2	0,5	0,2	
			г		0,3	0,1	0,2	0,1	

На величину нормируемой освещенности влияют характеристика (разряд) зрительной работы, которая определяется минимальным размером объекта, и продолжительность зрительной работы (время работы при направлении зрения на рабочую поверхность в процентах от продолжительности всего времени).

Таблица 2 – Требования к освещению помещений жилых и общественных зданий

Характеристика зрительной работы	Наименьший эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Естественное освещение	
					e_n , %, при	
					верхнем или комбинированном	боковом
Различение объектов при фиксированной и нефиксированной линии зрения: очень высокой точности высокой точности средней точности	От 0,15 до 0,30	А	1	Не менее 70	4,0	1,5
			2	Менее 70	3,5	1,2
	От 0,30 до 0,50	Б	1	Не менее 70	3,0	1,0
			2	Менее 70	2,5	0,7
	Более 0,5	В	1	Не менее 70	2,0	0,5
			2	Менее 70	2,0	0,5
Обзор окружающего пространства при очень кратковременном, эпизодическом различении объектов: при высокой насыщенности помещений светом при нормальной насыщенности помещений светом при низкой насыщенности помещений светом	Независимо от размера объекта различения	Г	—	Независимо от продолжительности зрительной работы	3,0	1,0
			Д		2,5	0,7
			Е		2,0	0,5
Общая ориентировка в пространстве интерьера: при большом скоплении людей при малом скоплении людей	Независимо от размера объекта различения	Ж	1	Независимо от продолжительности зрительной работы	Не регламентируется	
			2			
Общая ориентировка в зонах передвижения: при большом скоплении людей при малом скоплении людей	Независимо от размера объекта различения	З	1	Независимо от продолжительности зрительной работы	Не регламентируется	
			2			

Из анализа таблиц 1 и 2 следует, что для производственных нужд к освещению предъявляются более высокие требования ($e_n = 6\%$ при совмещенном освещении для разряда наивысшей точности), чем для помещений общественных и жилых зданий ($e_n = 4\%$ для работ очень высокой точности). Для высоких разрядах зрительных работ (1, 2 и 3 разрядов) в производственных помещениях и при недостаточном по нормам естественном освещении *применяется дополнительно* искусственное освещение. Такое освещение называется *совмещенным*.

Разряд зрительной работы определяется минимальным размером объекта различения. Для искусственной освещенности величину нормированного освещения зависит еще от фона и контраста объекта различения с фоном, для нормирования естественной освещенности эти характеристики не учитываются, т.е. разряд зрительной работы устанавливается независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном.

Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается: светлым – при коэффициенте отражения поверхности более 0,4; средним – при коэффициенте отражения поверхности от 0,2 до 0,4; темным – при коэффициенте отражения поверхности менее 0,2.

Контраст объекта различения с фоном K определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона. Контраст объекта различения с фоном считается: большим – при K более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости), средним – при K от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости), малым – при K менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости).

Характерный разрез помещения — поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна к плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении) или к продольной оси пролетов помещения. В характерный разрез помещения должны попадать участки с наибольшим количеством рабочих мест, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов.

Условная рабочая поверхность — условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола.

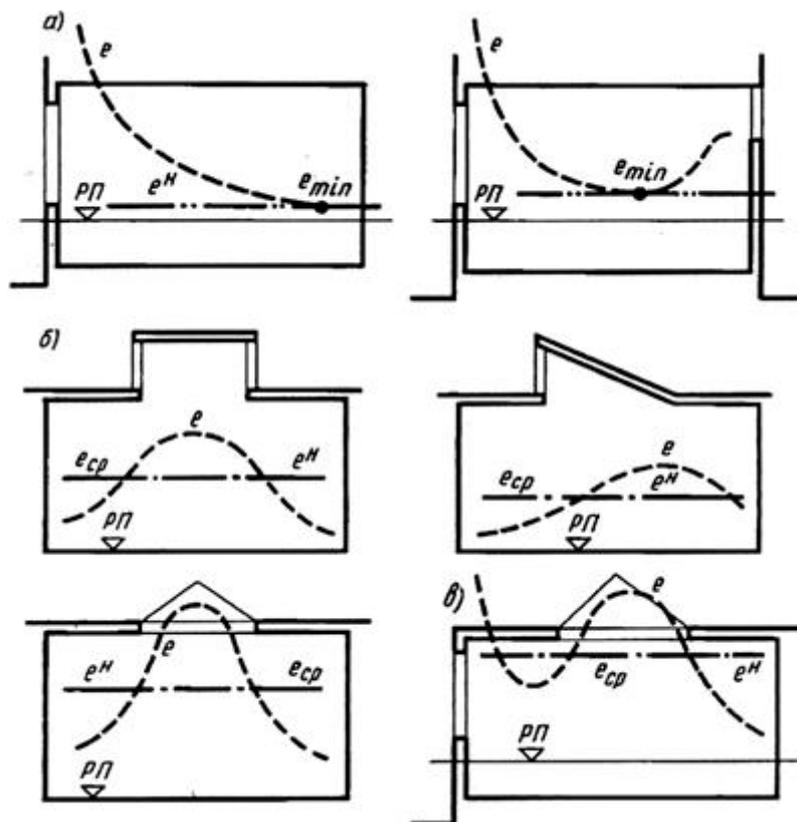
Естественное освещение обусловлено прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняется в зависимости от географической широты, времени суток, степени облачности, прозрачности атмосферы.

При системе бокового естественного освещения (через световые проемы в наружных стенах, окнах) нормируется *минимальное значение КЕО* (при боковом одностороннем – в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условий рабочей поверхности или пола), что представлено на рисунке 3.

При системе верхнего естественного освещения (через фонари – световые проемы в покрытии здания) и системе верхнего и бокового естественного освещения нормируется *среднее значение КЕО* по точкам, расположенным на

пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола). Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн.

В производственных помещениях глубиной до 6,0 м при системе верхнего естественного освещения (через фонари – световые проемы в покрытии здания) и системе комбинированного естественного освещения нормируется *средний КЕО*.



*а – боковое освещение, одностороннее (слева) и двустороннее (справа);
б – верхнее освещение, П-образный, зенитный (слева внизу) и шедовый (справа)
фонари; в – комбинированное (боковое плюс верхнее) освещение;*

$\frac{рп}{\nabla}$ – рабочая поверхность

Рисунок 3 – Системы естественного освещения помещений и нормируемые значения КЕО

В крупногабаритных производственных помещениях глубиной более 6,0 м при боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке на условной рабочей поверхности, удаленной от световых проемов:

- на 1,5 высоты от пола до верха светопроемов для зрительных работ I – IV разрядов;
- на 2,0 высоты от пола до верха светопроемов для зрительных работ V – VII разрядов;
- на 3,0 высоты от пола до верха светопроемов для зрительных работ VIII разряда.

Более подробное изложение вопроса нормирования КЕО для жилых и общественных помещений приведено в приложении А.

В соответствии со СП 52.13330.2011 территория Российской Федерации зонирована на пять групп административных районов по ресурсам светового климата. Перечень административных районов, входящих в группы обеспеченности естественным светом, приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень административных районов по группам обеспеченности естественным светом

Номер группы административных районов	Административный район
1	Московская, Смоленская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Нижегородская, Свердловская, Пермская, Челябинская, <i>Курганская</i> , Новосибирская, Кемеровская области, Республика Мордовия, Чувашская Республика, Удмуртская Республика, Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Красноярский край (севернее 63° с.ш.), Республика Саха (Якутия) (севернее 63° с.ш.), Чукотский автон. округ, Хабаровский край (севернее 55° с.ш.)
2	Брянская, Курская, Орловская, Белгородская, Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская, Самарская, Ульяновская, Оренбургская, Саратовская, Волгоградская области, Республика Коми, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Северная Осетия-Алания, Чеченская Республика, Республика Ингушетия, Ханты-Мансийский автономный округ, Республика Алтай, Красноярский край (южнее 63° с.ш.), Республика Саха (Якутия) (южнее 63° с.ш.), Республика Тыва, Республика Бурятия, Читинская область, Хабаровский край (южнее 55° с.ш.), Магаданская, Сахалинская области
3	Калининградская, Псковская, Новгородская, Тверская, Ярославская, Ивановская, Ленинградская, Вологодская, Костромская, Кировская области, Республика Карелия, Ямало-Ненецкий автономный округ, Ненецкий автономный округ
4	Архангельская, Мурманская области
5	Республика Калмыкия, Ростовская, Астраханская области, Ставропольский край, Краснодарский край, Республика Дагестан, Амурская область, Приморский край

Световой климат – совокупность условий естественного освещения в той или иной местности (освещенность и количество освещения на горизонтальной и различно ориентированных по сторонам горизонта).

Нормированные значения КЕО (e_N), для зданий, располагаемых в различных районах (таблица 3) следует определять по формуле

$$e_N = e_n m_N, \quad (3)$$

где N – номер группы административных районов по обеспеченности естественным светом по таблице 3;

e_n – нормируемое значение КЕО (по таблицам 1 и 2);

m_N – коэффициент светового климата (принимается по таблице 4).

Полученные по формуле (3) значения следует округлять до десятых долей.

Таблица 4 – Значения коэффициента светового климата m_N

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Номер группы административных районов				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах зданий	С	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	СВ, СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	З, В	1	0,9	1,1	1,1	0,8
	ЮВ, ЮЗ	1	0,85	1	1,1	0,8
	Ю	1	0,85	1	1,1	0,75
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	1	0,9	1,1	1,2	0,75
	СВ-ЮЗ и ЮВ-СЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	В-З	1	0,9	1,1	1,2	0,7
В фонарях типа «Шед»	С	1	0,9	1,2	1,2	0,7
В зенитных фонарях	-	1	0,9	1,2	1,2	0,75

Примечание: С – северное; СВ – северо-восточное; СЗ – северо-западное; В – восточное; З – западное; С-Ю – север-юг; В-З – восток-запад; Ю – южное; ЮВ – юго-восточное; ЮЗ – юго-западное.

Неравномерность естественного освещения производственных и общественных зданий с верхним или комбинированным освещением не должна превышать 3:1. Расчетное значение КЕО при верхнем и комбинированном естественном освещении в любой точке на линии пересечения условной рабочей поверхности и плоскости характерного вертикального разреза должно быть не менее нормированного значения КЕО при боковом освещении для работ соответствующих разрядов.

Неравномерность естественного освещения не нормируется для помещений с боковым освещением, для производственных помещений, в которых выполняются зрительные работы VII и VIII разрядов, при верхнем и боковом освещении вспомогательных помещений и помещений общественных зданий, в которых выполняются зрительные работы разрядов Г и Д.

Определение показателей, характеризующих естественное освещение помещений, выполняется методом измерений и расчетными методами.

2 Методика измерения естественного освещения в помещении и на рабочих местах

Система естественного освещения должна обеспечивать:

- нормированные значения коэффициента естественной освещенности (КЕО) на рабочих местах или в расчетной точке помещения;
- регламентируемые требования к равномерности распределения КЕО в рабочих зонах помещения;
- нормированное значение коэффициента запаса;
- максимальное время использования естественного света.

Исходя из вышеизложенного, определение достаточности естественного освещения необходимо проводить как для отдельно взятого рабочего места, так и для рабочей зоны (всего помещения в целом).

Для *отдельно взятой точки* в помещении естественная освещенность определяется на основании вычислений значения коэффициента КЕО по величинам естественной освещенности, измеренной соответственно в требуемой точке внутри помещения и снаружи здания по формуле (2).

Для определения естественной *освещенности всего помещения* нужно определить значение КЕО для нескольких точек в помещении, по значениям которых найти среднее [5]. Контрольные точки для измерения размещают на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола). Первую и последнюю точки принимают на расстоянии 1 м от поверхности наружных стен и внутренних перегородок (или оси колонн). Число контрольных точек должно быть не менее 5. Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен или перегородок. Средний КЕО определяется по формуле:

$$e_{cp} = \frac{1}{k-1} \left(\frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + \dots + e_{k-1} + \frac{e_k}{2} \right), \quad (4)$$

где e_1 и e_k – значения КЕО при верхнем или комбинированном освещении в первой и последней точках характерного разреза помещения;

e_i – значения КЕО в остальных точках характерного разреза помещения ($i = 2, 3, \dots, k-1$);

k – количество контрольных точек в плоскости характерного разреза помещения.

При определении коэффициента естественной освещенности проводят одновременные измерения освещенности в контрольных точках внутри помещений $E_{вн}$ и наружной освещенности $E_{нар}$ на горизонтальной площадке, освещаемой всем светом небосвода (например, снаружи на кровле здания или на другом возвышенном месте).

Для измерения КЕО выбирают дни со сплошной равномерной десятибалльной облачностью, покрывающей весь небосвод. Электрический свет в помещениях на период измерений выключается.

Перед измерениями выбирают и наносят контрольные точки для измерения освещенности на план помещения.

Исследование коэффициента естественной освещенности методом измерений проводят следующим образом:

- готовят люксметр к работе в соответствии с методикой, изложенной в разделе 3;
- измеряют естественную освещенность $E_{вн}$ в помещении лаборатории с боковым односторонним естественным освещением;
- измеряют естественную освещенность в точках, находящихся на линии пересечения вертикальной плоскости, перпендикулярной к световому проему, и поверхности рабочих столов на расстоянии 1, 2, 3, 4 м от оконного проема, выполняют измерения;
- по результатам измерений строят график измерения освещенности по глубине помещения $E = f(l)$ по аналогии с графиками, изображенными на рисунке 3;
- определяют значение коэффициента естественной освещенности e для помещения лаборатории по формуле 2;
- по таблице 1 или 2 определяют нормированное значение КЕО в зависимости от типа помещения;
- результаты исследований представляют в отчете по форме, изложенной в разделе 5 (полученные значения КЕО округляют до десятых долей);
- сопоставив фактическое значение КЕО с нормированием КЕО, делают вывод об условиях зрительной работы в лаборатории.

3 Методика проектирования естественного освещения [4, 5]

Метод основан на определении геометрического коэффициента естественной освещенности.

Геометрический коэффициент естественной освещенности – отношение естественной освещенности, создаваемой в рассматриваемой точке заданной плоскости внутри помещения светом, прошедшим через незаполненный световой проем и исходящим непосредственно от равномерно яркого неба к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности под открытым полностью небосводом, при этом участие прямого солнечного света в создании той или другой освещенности исключается, выражается в процентах.

В основу этого метода расчета естественной освещенности положен *закон суперпозиции* (закон светотехники), согласно которому КЕО в какой-либо точке помещения (e) от нескольких светопроемов сводится к последовательному независимому определению КЕО от каждого светопроема для этой точки и последующему сложению полученных значений по формуле

$$e = \sum_{i=1}^m e_i, \quad (5)$$

где e_i – значение КЕО в расчетной точке от i -го светопроема, %;
М – количество светопроемов в помещении.

При проектировании естественного освещения зданий должны быть определены следующие параметры:

- характеристика и разряд зрительных работ;
- группа административного района, в котором предполагается строительство здания;
- нормированное значение КЕО с учетом характера зрительных работ и светоклиматических особенностей места расположения зданий;
- требуемая равномерность естественного освещения;
- продолжительность использования естественного освещения в течение суток для различных месяцев года с учетом назначения помещения, режима работы и светового климата местности;
- необходимость защиты помещения от слепящего действия солнечного света.

При выполнении лабораторной работы необходимо решить следующие задачи (выполняемые при проектировании естественного освещения здания):

- выполнить предварительный расчет естественного освещения помещений (определение необходимой площади световых проемов);
- выполнить проверочный расчет естественного освещения помещений.

1 *Определение необходимой площади световых проемов при боковом освещении проводим по формуле:*

$$100 S_o/S_n = (e_n K_3 \eta_0 / \tau_0 r_0) \cdot K_{зд}, \quad (6)$$

где S_o – площадь боковых светопроемов (в свету) при боковом освещении, м²;

S_n – площадь пола помещения, м²;

e_n – нормированное значение КЕО при боковом освещении, % (таблицы 1-2);

K_3 – коэффициент запаса (таблица Б1 приложения Б);

η_0 – световая характеристика окон, определяемая по таблице Б2 приложения Б;

$K_{зд}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями, определяемый по таблице Б3 приложения Б;

τ_0 – общий коэффициент светопропускания проема (в долях единицы), определяемый по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (7)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала, определяемый по таблице Б6 приложения Б;

τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, определяемый по таблице Б6 приложения Б;

τ_3 – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях при системе верхнего света (фонари), определяемый по таблице Б6 приложения Б

τ_4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, определяемый по таблице Б6 приложения Б;

τ_5 – коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями верхнего света, принимаемый равным 0,9.

r_0 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию, принимаемый по таблице Б5 приложения Б. Значение коэффициента r_0 определяется в каждой расчетной точке помещения.

Сначала определяется общая площадь светопроемов [находим значение S_0 из формулы (6)], затем устанавливаем площадь одного окна ($S_{\text{окно}}$) и вычисляем требуемое количество окон $N = S_0 / S_{\text{окно}}$.

Для расчета *выполнение проверочного расчета естественного освещения помещений* применим *метод лучей*, который был предложен еще в конце 20-х годов прошлого столетия А.М. Данилюком [6]. Он позволяет решать задачи по расчету КЕО как при боковом, так и при верхнем естественном освещении и для любого расположения рабочей плоскости.

Графический метод Данилюка, пригодный для определения КЕО при легкой сплошной облачности, сводится к тому, что полусферу разбивают двумя пучками плоскостей на 10000 участков равной световой активности, проекции которых на горизонтальную плоскость равновелики. Затем подсчитывают число участков, видимых из данной точки помещения через светопроем, т.е. графически определяют какая часть светового потока от всей небесной полусферы попадает в расчетную точку (рисунок 4).

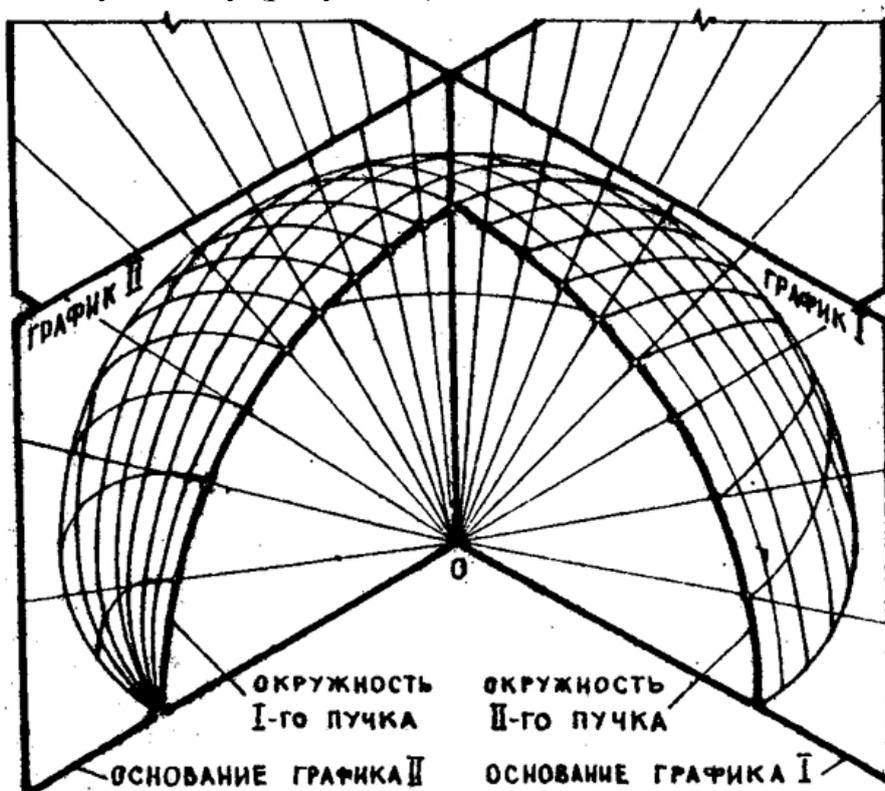


Рисунок 4 – Построение графиков А.М. Данилюка

Если известно число N участков небосвода, видимого из расчетной точки, то КЕО определится по формуле

$$e = N / (1000 \cdot 100) = 0,01N. \quad (8)$$

Для определения N служат графики I и II.

Число видимых через световой проем участков небосвода находят при помощи двух графиков (рисунки 5 и 6), представляющих собой пучок проекций лучей, соединяющих центр полусферы небосвода с участками равной световой активности по высоте (график I) и по ширине (график II) светового проема (графики А.М. Данилюка и план исследуемой аудитории выдаются преподавателем).

Расчет коэффициента естественной освещенности КЕО при боковой системе освещения. Выбирается нечетное количество расчетных точек (не менее 5), первая и последняя берутся по рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены со световым проемом и противоположной стены, например 1 и 5 точки, остальные расчетные точки находятся на одинаковом расстоянии между собой (рисунок 5).

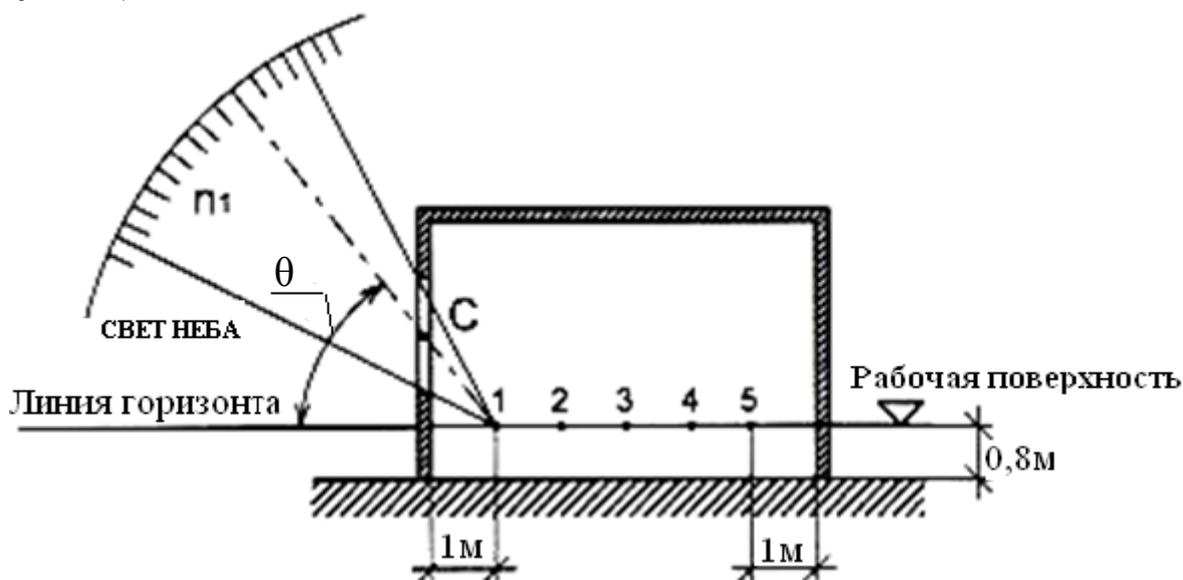


Рисунок 5 – Пример нахождения расчетных точек на рабочей поверхности (РП) и угла θ при открытом небосводе на характерном разрезе помещения

Расчет КЕО в расчетных точках помещения при боковой системе освещения (e_6) следует производить по формуле:

$$e_6 = (\varepsilon_6 \cdot \beta + \varepsilon_{зд} \cdot R) \cdot r_0 \cdot \tau_0 / K_3, \quad (9)$$

где ε_6 – геометрический КЕО в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий прямой свет неба, определяемый по графикам Данилюка I и II.

Геометрический коэффициент естественной освещенности, учитывающий прямой свет неба в какой-либо точке помещения, определяется по формуле:

$$\varepsilon_6 = 0,01 \cdot (n_1 \cdot n_2), \quad (10)$$

где n_1 – количество лучей по графику I, проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на поперечном разрезе помещения (рисунок 7);

n_2 – количество лучей по графику II, проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на плане помещения (рисунок 8);

β – коэффициент, учитывающий неравномерную яркость облачного неба, определяемый по таблице Б4 приложения Б в зависимости от угла θ (θ – угол, образованный линией горизонта и прямой, соединяющей точку С и центр светового проема с расчетной точкой при открытом (неэкранируемом застройкой) небосводе (рисунок 5). В случае частичного экранирования неба точка С определяется аналогично (рисунок 6).

$\epsilon_{зд}$ – геометрический КЕО в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий свет, отраженный от противостоящего здания, определяемый по графикам I и II. В решении задачи $\epsilon_{зд}$ не учитываем.

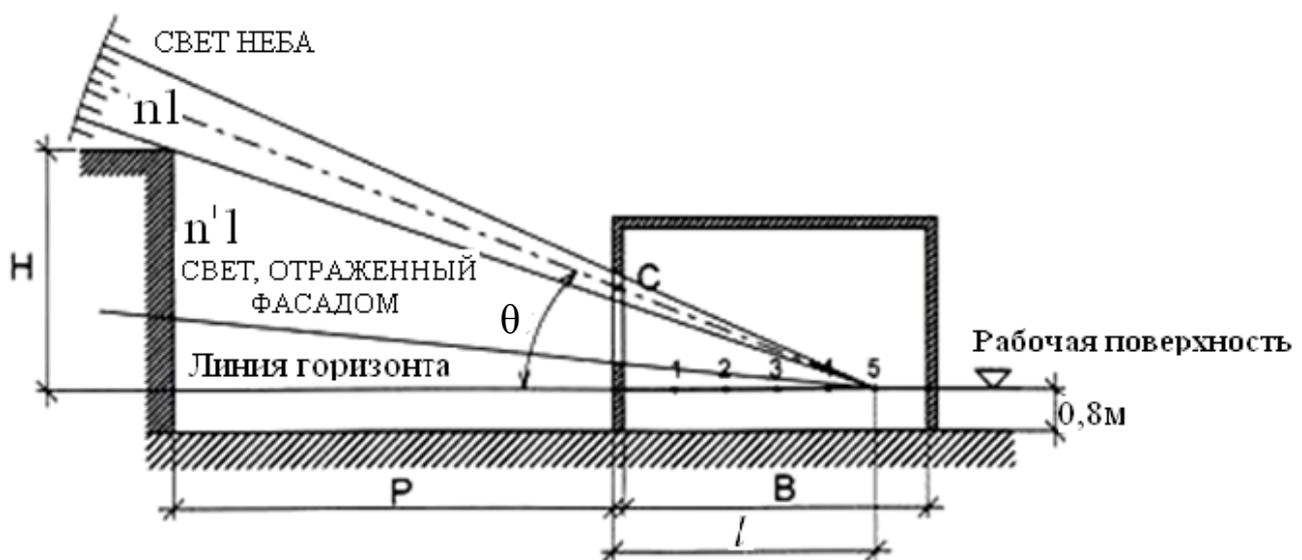


Рисунок 6 – Определение угла θ при частично экранируемом небосводе

Геометрический коэффициент естественной освещенности, учитывающий свет, отраженный от противостоящего здания при боковом освещении, определяется по формуле:

$$\epsilon_{зд} = 0,01 \cdot (n'_1 \cdot n'_2) \quad (12)$$

где n'_1 – количество лучей по графику I, проходящих от противостоящего здания через световой проем в расчетную точку на поперечном разрезе помещения (рисунок 6);

n'_2 – количество лучей по графику II, проходящих от противостоящего здания через световой проем в расчетную точку на плане помещения;

R – коэффициент, учитывающий относительную яркость противостоящего здания;

r_0 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от основных поверхностей помещения (стен, по-

толка, пола) и подстилающего слоя, прилегающего к зданию, определяемый по таблице Б6 приложения Б;

τ_0 – общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле 5;

K_3 – коэффициент запаса, принимаемый по таблице Б1 приложения Б.

На рисунках 7 и 8 показан пример определения геометрического КЕО для точки А, расположенной на горизонтальной плоскости, от прямоугольного светопроема.

Алгоритм определения ϵ_6 следующий:

1) график I накладывают на разрез помещения так, чтобы полюс графика О совпал с расчетной точкой А, а основание графика – со следом рабочей плоскости;

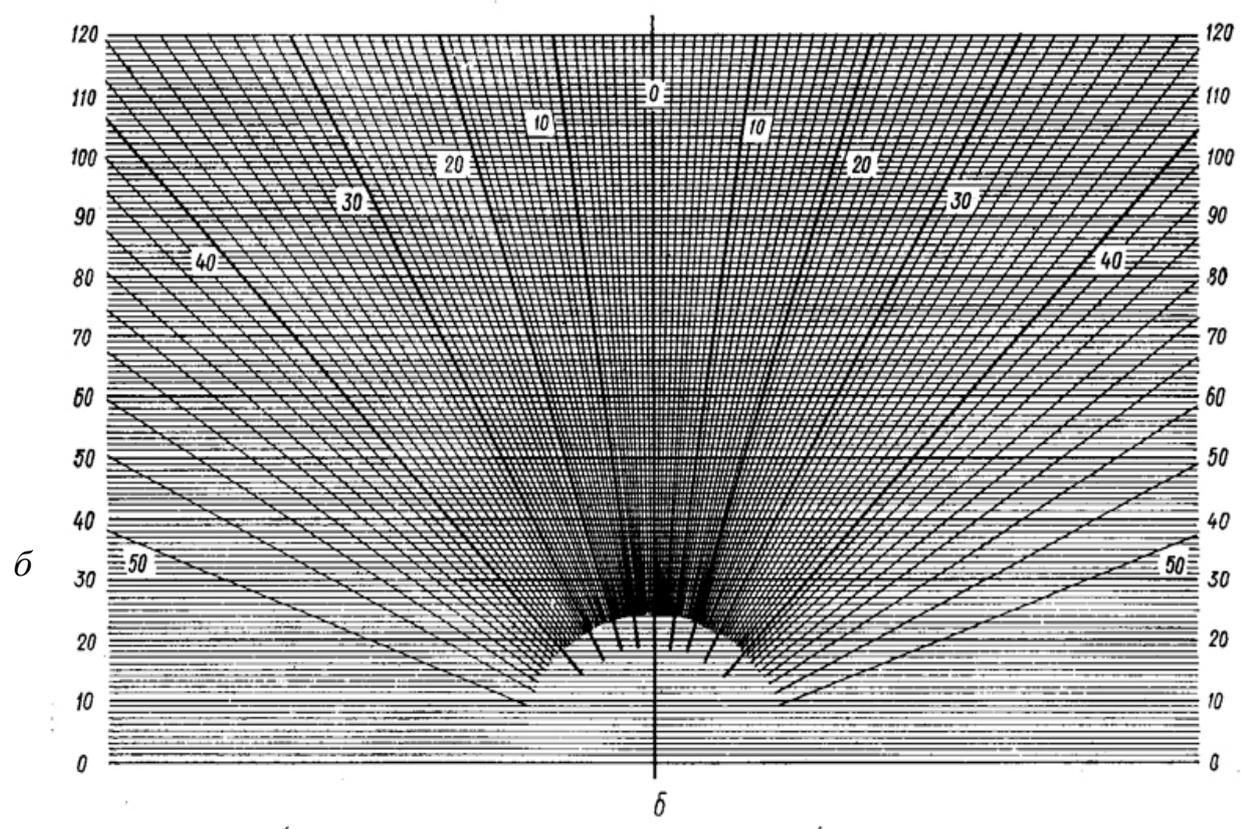
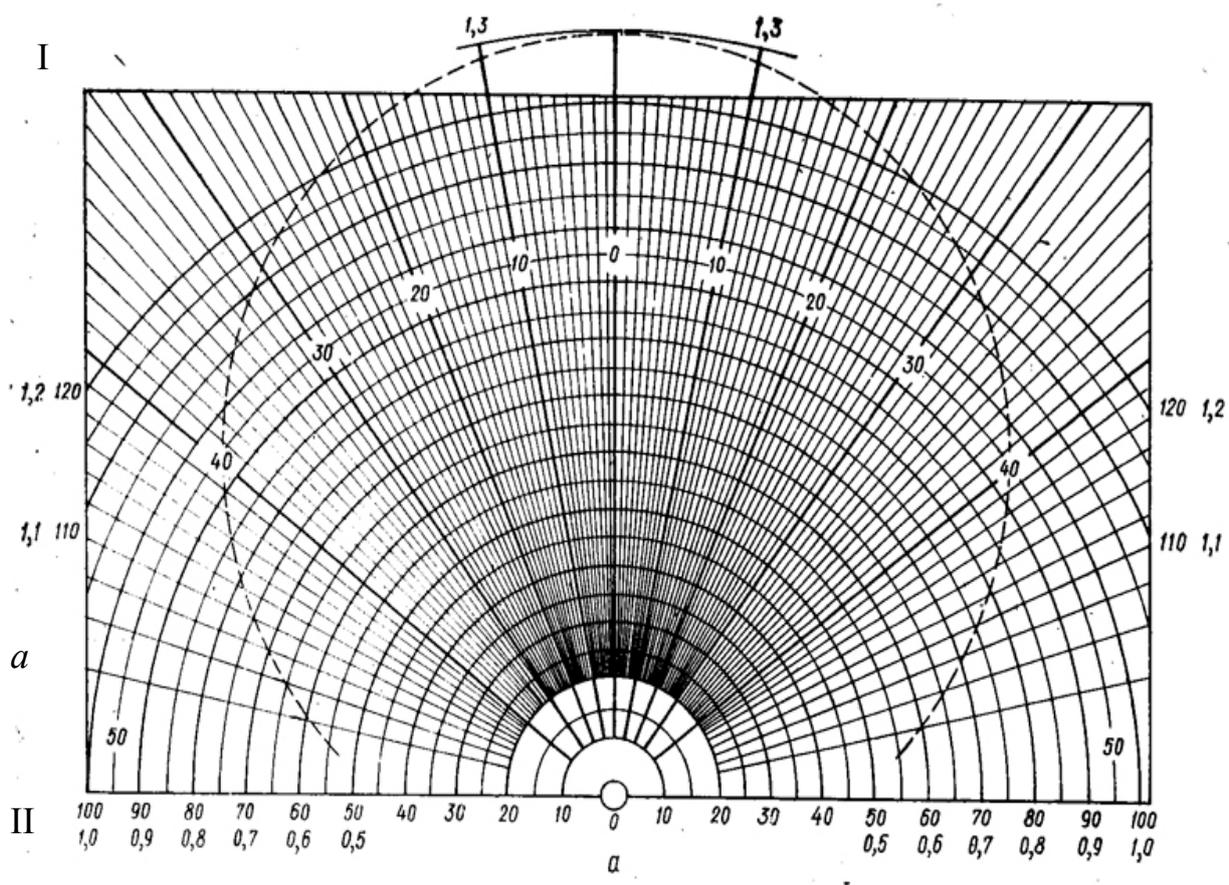
2) подсчитывают число n_1 лучей, попадающих в расчетную точку по графику I;

3) по графику 1 определяем номер полуокружности, проходящей через центр светопроема (точку С), – радиус этой полуокружности равен расстоянию d от расчетной точки до плоскости, которой принадлежит остекление светопроема;

4) график II накладывают на план помещения так, чтобы основание графика было параллельно плоскости светопроемов, горизонталь с номером полуокружности (на рисунке 7 - номер 30) совпала с прямой, проходящей через середину светопроема (при этом полюс графика О, как правило, не совпадает с точкой А, а $OC = d$);

5) подсчитывают число n_2 лучей, попадающих в помещение через светопроем по графику II;

6) определяют геометрический коэффициент ϵ_6 по формуле (9).



a – график I, б – график II

Рисунок 6 – Графики А. М. Данилюка

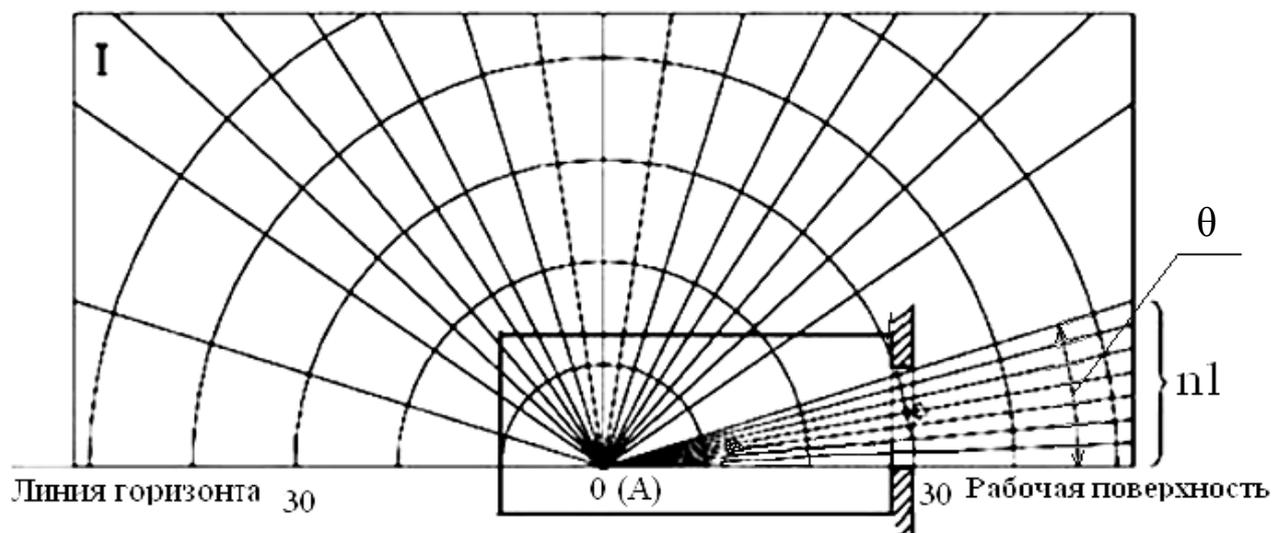


Рисунок 7 – Определение количества лучей n_1 , проходящих через световые проемы в стене при боковом освещении, по графику I (при отсутствии затенения окна противостоящими зданиями)

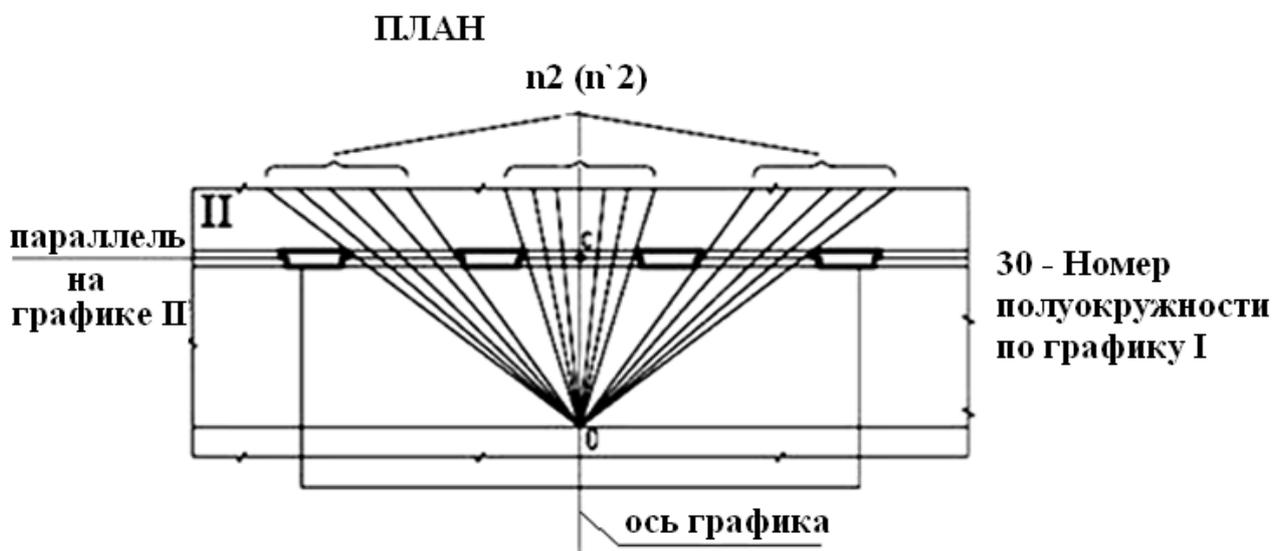


Рисунок 8 – Определение количества лучей n_2 и n'_2 , проходящих через световые проемы в стене при боковом освещении, по графику II

4 Описание и принцип действия люксметра Ю-116

Для измерения освещенности применяем люксметр Ю-116 (рисунок 9). Принцип действия люксметров основан на явлении фотоэлектрического эффекта. При освещении поверхности фотоэлемента возникает ток, который регистрируется измерительным устройством.

Люксметр Ю116 предназначен для измерения освещенности, создаваемой лампами накаливания и естественным светом, источники которого расположе-

ны произвольно относительно светоприемника люксметра. Переносной фотоэлектрический люксметр Ю116 общепромышленного назначения применяется для контроля освещенности в промышленности, в сельском хозяйстве, на транспорте и других отраслях народного хозяйства, а также для исследований, проводимых в научных, конструкторских и проектных организациях.



1 – измеритель; 2 – фотоэлемент и насадка К со сферической матовой поверхностью (насадки Р, Т, М не показаны)

Рисунок 9 – Люксметр Ю-116

Технические характеристики. Диапазон измерений и общий номинальный коэффициент ослабления применяемых двух насадок (коэффициент пересчета шкалы) приведены в таблице 1.

Шкалы люксметра неравномерные, градуированы в люксах. Начальные значения диапазонов измерений на каждой шкале отмечены точкой. Пределы допускаемой основной погрешности люксметра в диапазонах измерений 5-30 и 17-100 лк (без насадок) соответствуют $\pm 10\%$ от измеряемой величины.

Увеличение основной погрешности при переходе на диапазоны измерений 50-300, 170-1000, 500-3000, 1700-10000, 5000-30000, 17000-100000 лк (с насадками) не превышает 5% от измеряемой величины.

Габаритные размеры:

люксметра 210 x 125 x 85 мм,

фотоэлемента люксметра с насадками К,М или К,Р или К,Т 185 x 105 x 55 мм
футляра люксметра 300 x 155 x 135.

Масса – 2 кг в футляре.

Люксметр Ю-116 имеет две шкалы: от 0 до 100 и от 0 до 30. На каждой шкале точками отмечено начало диапазона измерений. На боковой стенке корпуса измерителя имеется вилка для присоединения селенового фотоэлемента. Для уменьшения косинусной погрешности на фотоэлементе установлена

пластмассовая насадка, обозначенная буквой К на внутренней стороне. Эта насадка применяется не самостоятельно, а совместно с одной из трех других насадок, имеющих обозначение М, Р, Т с коэффициентами ослабления 10, 100, 1000.

На передней панели измерителя имеются кнопки переключателя и табличка со схемой. Диапазоны измерения люксметра Ю-116 указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Диапазоны измерения люксметра Ю-116

Диапазон измерений, лк	Условное обозначение насадок на фотоэлемент	Общий коэффициент ослабления
5...30 17...100	без насадок с открытым элементом	1
50...300 170...1000	КМ	10
500...3000 1700...10000	КР	100
5000...30000 17000...100000	КТ	1000

Порядок работы. Для подготовки к измерению установите измеритель люксметра в горизонтальное положение. Проверьте, находится ли стрелка прибора на нулевом делении шкалы, для чего фотоэлемент отсоедините от измерителя люксметра. В случае необходимости с помощью корректора установите стрелку прибора на нулевое деление шкалы.

При работе с люксметром Ю-116 во избежание зашкаливания стрелки прибора (гальванометра) измерение по шкале 0...100 следует начинать с установки на фотоэлемент насадок КТ, меняя последовательно насадки КР, КМ, без насадки до тех пор, пока при малых отклонениях стрелка будет показывать величину: на шкале 0...30 лк больше 5 лк, а на шкале 0...100 лк больше 20 лк. Измерение осуществляют после включения одной из кнопок переключателя (верхней или нижней шкалы) диапазона измерений, которая должна соответствовать типу используемых насадок (КТ, КР, КМ) или без насадок. Показания прибора по шкале умножают на коэффициент ослабления, соответственно для насадок: КТ – 1000, КР – 100, КМ – 10. Этим определяют величину освещенности (лк).

Порядок отсчета значения измеряемой освещенности следующей: против нажатой кнопки определяют выбранное с помощью насадок (или без насадок) наибольшее значение диапазонов измерений. При нажатой правой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений кратные 10, следует пользоваться для отсчета показаний шкалой 0-100. При нажатой левой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений кратные 30, следует пользоваться шкалой 0-30. Показания прибора в делениях по соответствующей шкале умножают на коэффициент ослабления, зависящий от применяемых насадок и указанный в примечании к таблице 1 на насадках М, Р, Т.

Например, на фотоэлементе установлены насадки К Р, нажата левая кнопка, стрелка показывает 10 делений по шкале 0-30. Измеряемая освещенность равна $10 \cdot 100 = 1000 \text{ лк}$.

Для получения правильных показаний люксметра оберегайте селеновый фотоэлемент от излишней освещенности, не соответствующей выбранным насадкам. Поэтому, если величина измеряемой освещенности неизвестна, начинайте измерения с установки на фотоэлемент насадок К Т.

С целью ускорения поиска диапазона измерений, который соответствует показаниям прибора в пределах 20-100 делений по шкале 0-100 и 5-30 делений по шкале 0-30, поступайте следующим образом: последовательно установите насадки КГ, КР, КМ и при каждой насадке сначала нажимайте правую кнопку, а затем левую.

Если при насадках КМ и нажатой левой кнопке стрелка не доходит до 5 делений по шкале 0-30, измерения производите без насадок, т.е. открытым фотоэлементом.

Как правило, при определении освещенности фотоэлемент установите горизонтально на рабочих местах, а отсчет по измерителю, также расположенному горизонтально, производите на некотором расстоянии от фотоэлемента, чтобы тень от проводящего измерения не попадала на фотоэлемент.

При окончании измерения: отсоедините фотоэлемент от измерителя люксметра; наденьте на фотоэлемент насадку Т; уложите фотоэлемент в крышку футляра.

5 Порядок выполнения работы

1 Определить коэффициент естественной освещенности методом измерений по заданному преподавателем типу помещений (производственное или общественное).

1.1 Измерить естественную освещенность $E_{\text{вн}}$ в помещении лаборатории в точках, находящихся на условной рабочей поверхности в характерном разрезе помещения и в разрезах помещения по указанию преподавателя (по методике, изложенной в разделе 2). По результатам измерений построить график изменения освещенности по глубине помещения $E = f(x)$.

1.2 Измерить значение $E_{\text{нар}}$, не проводя измерений под прямыми солнечными лучами, в соответствии требованиями по равномерной облачности неба.

1.3 Определить значение коэффициента естественной освещенности КЕО (e_{δ}) для помещения лаборатории по формуле 4; по таблице 1 (или 2) установить нормированное значение КЕО.

1.4 Результаты исследований представить в отчете по форме таблицы 6. (полученные значения КЕО округляют до десятых долей).

Таблица 6 – Результаты исследования естественного освещения

Расстояние от точки до светового проема, м	Код комплекта насадок	Цена деления шкалы, лк	Измеренное количество делений	Измеренное значение освещенности, лк	Значение наружной освещенности, лк	КЕО, %

Сделать вывод о возможности выполнения рукописных работ (наименьший размер объекта различения от 0,15 до 0,3 м) в исследуемых точках лаборатории.

2 Рассчитать ϵ_{σ} на рабочем месте с помощью графоаналитического метода по формуле 9. Привести план помещения с обозначением точек измерения.

3 Сравнить значения КЕО, полученные измерением и расчетным методом. Сделать вывод о причинах их различия.

4 Определить необходимую площадь световых проемов при боковом освещении для нескольких лабораторий (по указанию преподавателя). Площадь окон S_o находится из формулы, m^2 :

$$S_o = (\epsilon_n K_3 \eta_0 / \tau_0 r_0) \cdot K_{зд} \cdot S_{п} / 100 \quad (13)$$

Значения коэффициентов устанавливаются в соответствии с данными, приведенными в таблицах 1 и 2 и приложения Б. затем определяем площадь одного окна ($S_{окно}$) и вычисляем требуемое количество окон $N = S_o / S_{окно}$.

По результатам вычислений заполнить таблицу 7, сопроводив выводом о достаточности площади световых проемов для требуемой зрительной работы.

Таблица 7 – Определение необходимой площади световых проемов

Аудитория	ϵ_n	$S_{п}, m^2$	K_3	η_0	τ_0	r_0	$S_{окно}, m^2$	N	Вывод

5 Ответить на контрольные вопросы.

6 Оформить отчет по лабораторной работе в соответствии порядком выполнения работы и титульным листом (приложение В).

5 Контрольные вопросы

- 1 Какое значение имеет естественное освещение для трудовой деятельности человека?
- 2 Определение КЕО.
- 3 Почему КЕО он принят за нормируемый критерий?
- 4 От каких факторов зависит выбираемая величина нормируемого КЕО?
- 5 Виды естественного освещения для производства.
- 6 Принцип действия люксметра Ю-116.
- 7 Порядок измерения с помощью люксметра Ю-116.
- 8 Что необходимо предпринять, если естественное освещение не отвечает санитарно-гигиеническим требованиям?

- 9 Что учитывает коэффициент светового климата?
- 10 Какой закон светотехники лежит в основе построения графиков А.М. Данилюка?
- 11 Что определяется с помощью графиков А.М. Данилюка ?
- 12 Чем определяется разряд зрительной работы по СП 52.13330.2011?
- 13 Как определить геометрический коэффициент естественной освещенности?
- 14 Что является размером объекта различения при чтении какого-либо текста?
- 15 Как принятая в проекте система естественного освещения влияет на выбор и расчет нормируемой характеристики?

Список литературы

1 Безопасность жизнедеятельности : учебник для вузов / С. В. Белов [и др.] ; под общей редакцией С. В. Белова. – 8-е изд., стереотип. – М. : Высшая школа, 2009. – 616 с. : ил.

2 Безопасность жизнедеятельности : лабораторный практикум / С. В. Ефремов [и др.]. – СПб. : Изд-во Санкт-Петербургского гос. политех. ун-та, 2011. – 129 с.

3 СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=13780> (дата обращения: 18.12.3013).

4 СП 23-102-2003. Естественное освещение жилых и общественных зданий. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084092> (дата обращения: 18.12.3013).

5 Мигалина, И. В. Учебно-методические разработки к расчету и проектированию естественного освещения помещений / И. В. Мигалина, Н. И. Щепетков. 2010. URL: <http://www.pandia.ru/text/77/452/18000.php> (дата обращения: 18.12.3013).

6 Данилюк, А. М. Расчет естественного освещения помещений [Текст] / А. М. Данилюк. – М. : ОНТИ, 1941. – 78 с.

Нормирование КЕО для помещений [3]

При двустороннем боковом освещении помещений любого назначения нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в расчетной точке в центре помещения на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза и рабочей поверхности.

В жилых и общественных зданиях при одностороннем боковом освещении:

а) жилых помещений в жилых зданиях нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов: в одной комнате для 1-, 2- и 3-х комнатных квартир и в двух комнатах для 4-комнатных и более квартир; в остальных жилых помещениях многокомнатных квартир и в кухне нормируемое значение КЕО при боковом освещении должно обеспечиваться в расчетной точке, расположенной в центре помещения на плоскости пола;

б) жилых помещений общежитий, гостиных и номеров гостиниц нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;

в) групповых и игровых помещений детских дошкольных учреждений, изоляторах и комнатах для заболевших детей – в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;

г) в учебных и учебно-производственных помещениях – школ, школ-интернатов, профессионально-технических и средних специальных учебных заведений – в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1,2 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;

д) в палатах больниц учреждений здравоохранения, в палатах и спальнях комнат санаториев и домов отдыха и пансионатов – в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;

е) в кабинетах врачей, ведущих прием больных, в смотровых, в приемно-смотровых боксах, перевязочных – в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной

рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;

ж) в остальных помещениях жилых и общественных зданий – в расчетной точке, расположенной в центре помещения на рабочей поверхности.

В производственных помещениях со зрительными работами I-III разрядов следует применять совмещенное освещение. Допускается применение верхнего естественного освещения в крупнопролетных сборочных цехах, в которых работы выполняются в значительной части объема помещения на разных уровнях пола и на различно ориентированных в пространстве рабочих поверхностях. При этом нормированные значения КЕО применяются для разрядов I-III, соответственно 10,0; 7,0; 5,0%.

Расчет естественного освещения помещений производится без учета мебели, оборудования, озеленения и других затеняющих предметов, а также при 100%-ом использовании светопрозрачных заполнений в светопроемах. Расчетные значения КЕО следует округлять до сотых долей.

Допускается снижение расчетного значения КЕО e от нормируемого КЕО e_n не более чем на 10%.

Приложение Б

Таблица Б1 – Коэффициент запаса производственных помещений K_3

Помещения и территории	Примеры помещений	Угол наклона светопропускающего материала к горизонту, градусы			
		0-15	16-45	47-75	76-90
		K_3 / количество чисток стеклянных светопроемов в год			
1 Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне:					
а) свыше 5 мг/м ³ пыли, дыма копоти	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов.	$\frac{2,0}{4}$	$\frac{1,8}{4}$	$\frac{1,7}{4}$	$\frac{1,5}{4}$
б) от 1 до 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,6}{3}$	$\frac{1,5}{3}$	$\frac{1,4}{6}$
в) менее 1 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,3}{2}$
2 Помещения общественных и жилых зданий:					
а) пыльные, жаркие и сырые	Горячие цехи предприятий общественного питания, охлаждаемые камеры, помещения для приготовления растворов в прачечных, душевых т.д.	$\frac{2,0}{3}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,7}{3}$	$\frac{1,6}{3}$
б) с нормальными условиями среды	Кабинеты и рабочие помещения, жилые комнаты, учебные помещения, лаборатории, читальные залы, залы совещаний, торговые залы и т.д.	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,3}{1}$	$\frac{1,2}{1}$

Примечание: значения коэффициента запаса, указанные в гр. 6-9, следует умножать на 1,1 – при применении узорчатого стекла, стеклопластика, армопленки и матированного стекла, а также при использовании световых проемов для аэрации; на 0,9 – при применении органического стекла.

Таблица Б2 – Световая характеристика окон при боковом освещении

Отношение длины помещения l к его глубине B	Значение световой характеристики η_0 при отношении глубины помещения B к его высоте от уровня условной рабочей поверхности окна до верха окна h_1							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 и более	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	-

Таблица Б3 – Значения коэффициента $K_{зд}$ учитывающего затенение окон противостоящими зданиями в зависимости от отношения расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданием P к высоте расположения карниза противостоящего здания под подоконником рассматриваемого окна $H_{зд}$

$P / H_{зд}$	$K_{зд}$
0,5	1,7
1	1,4
1,5	1,2
2	1,1
3 и более	1

Таблица Б4 – Значения коэффициента β

Угловая высота середины светопроема над рабочей поверхностью, град.	Значения коэффициента β		Угловая высота середины светопроема над рабочей поверхностью, град.	Значения коэффициента β	
	в зоне с устойчивым снежным покровом (за Уралом)	на остальной территории России (европейская часть)		в зоне с устойчивым снежным покровом (за Уралом)	на остальной территории России (европейская часть)
2	0.71	0.46	50	1.08	1.08
6	0.74	0.52	54	1.12	1.12
10	0.77	0.58	58	1.16	1.16
14	0.80	0.64	62	1.18	1.18
18	0,84	0,69	66	1.21	1.21
22	0.86	0.75	70	1.23	1.23
26	0.90	0.80	74	1.25	1.25
30	0.92	0.86	78	1.27	1.27
34	0.95	0.91	82	1.28	1.28
38	0.98	0.96	86	1.28	1.28
42	1.00	1.00	90	1.29	1.29
46	1.04	1.04			

Таблица Б5 – Значение коэффициента r_0 , учитывающего повышение КЕО благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя при открытом горизонте (отсутствие противостоящих зданий)

В/ h	l / В	Средневзвешенный коэффициент отражения пола, стен, потолка $\rho_{ср}$											
		0,60			0,50			0,45			0,35		
		Отношение длины помещения l_n к его глубине В											
		0,5	1,0	2,0	0,5	1,0	2,0	0,5	1,0	2,0	0,5	1,0	2,0
1,00	0,10	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03
1,00	0,50	1,46	1,41	1,31	1,31	1,27	1,20	1,23	1,20	1,14	1,08	1,06	1,03
1,00	0,90	2,32	2,17	1,88	1,89	1,79	1,57	1,68	1,59	1,42	1,25	1,21	1,12
3,00	0,10	1,07	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
3,00	0,20	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02
3,00	0,30	1,32	1,29	1,23	1,22	1,20	1,16	1,17	1,16	1,12	1,08	1,07	1,05
3,00	0,40	1,85	1,77	1,59	1,60	1,54	1,41	1,47	1,42	1,32	1,21	1,19	1,14
3,00	0,50	2,51	2,36	2,05	2,06	1,95	1,73	1,84	1,75	1,57	1,38	1,34	1,25
3,00	0,60	3,21	2,98	2,53	2,55	2,39	2,06	2,22	2,09	1,83	1,56	1,50	1,37
3,00	0,70	3,90	3,60	3,00	3,04	2,83	2,40	2,61	2,44	2,09	1,74	1,66	1,49
3,00	0,80	4,60	4,23	3,48	3,53	3,26	2,73	2,99	2,78	2,36	1,92	1,82	1,61
3,00	0,90	5,29	4,85	3,96	4,02	3,70	3,06	3,38	3,12	2,62	2,10	1,98	1,72
5,00	0,10	1,09	1,09	1,09	1,08	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06
5,00	0,20	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03
5,00	0,30	1,53	1,48	1,38	1,38	1,34	1,27	1,30	1,27	1,22	1,15	1,12	1,10
5,00	0,40	2,45	2,30	2,01	2,02	1,92	1,71	1,81	1,73	1,56	1,39	1,35	1,27
5,00	0,50	3,57	3,31	2,79	2,82	2,63	2,26	2,44	2,29	2,00	1,69	1,62	1,47
5,00	0,60	4,74	4,36	3,60	3,65	3,38	2,83	3,10	2,88	2,45	2,01	1,90	1,20
5,00	0,70	5,92	5,42	4,42	4,48	4,12	3,41	3,76	3,48	2,91	2,32	2,18	1,90
5,00	0,80	7,09	6,47	5,23	5,31	4,87	3,98	4,42	4,07	3,36	2,64	2,46	2,11
5,00	0,90	8,26	7,52	6,04	6,14	5,61	4,56	5,08	4,46	3,81	2,96	2,75	2,32

Примечание: 1 В таблице принято обозначение $В/ h$ – отношение глубины помещения $В$ к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна h .

2 В таблице принято обозначение $l / В$ – отношение расстояния расчётной точки от внутренней поверхности наружной стены l к глубине помещения $В$.

Таблица Б6 – Значение коэффициентов τ_1 и τ_2

Вид светопропускающего материала	Значения <input type="checkbox"/>	Вид переплета	Значения <input type="checkbox"/>
<p>Стекло оконное листовое:</p> <p>одинарное</p> <p>двойное</p> <p>тройное</p> <p>Стекло витринное толщиной 6-8 мм</p> <p>Стекло листовое армированное</p> <p>Стекло листовое узорчатое</p> <p>Стекло листовое со специальными свойствами:</p>	<p>0,9</p> <p>0,8</p> <p>0,75</p> <p>0,8</p> <p>0,6</p> <p>0,65</p>	<p>Переплеты для окон и фонарей промышленных зданий:</p> <p>деревянные:</p> <p>одинарные</p> <p>спаренные</p> <p>двойные раздельные</p> <p>стальные:</p> <p>одинарные открывающиеся</p> <p>одинарные глухие</p> <p>двойные открывающиеся</p> <p>двойные глухие</p>	<p>0,75</p> <p>0,7</p> <p>0,6</p> <p>0,75</p> <p>0,9</p> <p>0,6</p> <p>0,8</p>
<p>солнцезащитное</p> <p>контрастное</p> <p>Органическое стекло:</p> <p>прозрачное</p> <p>молочное</p>	<p>0,65</p> <p>0,75</p> <p>0,9</p> <p>0,6</p>	<p>Переплеты для окон жилых, общественных и вспомогательных зданий:</p> <p>деревянные:</p> <p>одинарные</p> <p>спаренные</p> <p>двойные раздельные</p> <p>с тройным остеклением</p> <p>металлические:</p> <p>одинарные</p> <p>спаренные</p> <p>двойные раздельные</p> <p>с тройным остеклением</p>	<p>0,8</p> <p>0,75</p> <p>0,65</p> <p>0,5</p> <p>0,9</p> <p>0,85</p> <p>0,8</p> <p>0,7</p>
<p>Пустотелые стеклянные блоки:</p> <p>светорассеивающие</p> <p>светопрозрачные</p> <p>Стеклопакеты</p>	<p>0,55</p> <p>0,8</p>	<p>Стекложелезобетонные панели с пустотелыми стеклянными блоками при толщине шва:</p> <p>20 мм и менее</p> <p>более 20 мм</p>	<p>0,9</p> <p>0,85</p>

Таблица Б7 – Значение коэффициентов τ_3 и τ_4

Несущие конструкции покрытий	Коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, τ_3	Солнцезащитные устройства, изделия и материалы	Коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, τ_4
Стальные фермы	0,9	Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы (межстекольные, внутренние, наружные)	1,0
Железобетонные и деревянные фермы и арки	0,8	Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более 45° при расположении пластин жалюзи или экранов под углом 90° к плоскости окна: горизонтальные вертикальные	0,65 0,75
Балки и рамы сплошные при высоте сечения: 50 см и более менее 50 см	0,8 0,9	Горизонтальные козырьки: с защитным углом не более 30° с защитным углом от 15° до 45° (многоступенчатые)	0,8 0,9-0,6
		Балконы глубиной: до 1,20 м 1,50 м 2,00 м 3,00 м	0,90 0,85 0,78 0,62
		Лоджии глубиной: до 1,20 м 1,50 м 2,00 м 3,00 м	0,80 0,70 0,55 0,22

ПРИЛОЖЕНИЕ В

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Курганский государственный университет»

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ «ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ»

Выполнил студент гр. _____, _____
(номер группы) (Фамилия, И.О.) (подпись)

Проверил преподаватель _____
(Фамилия, И.О.)

Оценка: _____

Курган 201...

Микуров Алексей Иванович
Смирнова Нина Калиновна
Кривобокова Вера Александровна
Евтушенко Наталья Георгиевна

ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
для студентов направлений 280700.62, 140400.62,
150700.62, 151900.62, 190600.62, 190700.62,
220400.62, 220700.62, 221700.62, 231000.62,
036401.65, 090303.65, 190109.65, 190110.65

Редактор Е. А. Могутова

Подписано в печать 25.09.14	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л. 2,25	Уч. изд. л. 2,25
Заказ 240	Тираж 100	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета.
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.