

Электронный архив УГЛТУ  
Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВПО "Уральский государственный лесотехнический университет"  
Кафедра Охраны труда

Ольховка И.Э.

**ЗАМЕР ВЕЛИЧИН ОСВЕЩЕННОСТИ  
И ПРОВЕРОЧНЫЕ РАСЧЕТЫ  
ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ  
НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ**

Методическое руководство к лабораторной работе

Екатеринбург 2014

Печатается по решению методической комиссии института ИЛБидС

Протокол № 10 от 3 июля 2014 г. \_\_

Рецензент – профессор, д.т.н. Старжинский В.Н.

Редактор

---

Подписано в печать		Поз.	
Плоская печать	Формат 60 x 84 1/16	Тираж	экз.
Заказ	печ. л.	Цена	

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Цель работы. Ознакомиться с принципами нормирования естественного освещения, с приборами и методами определения состояния естественного освещения на рабочих местах.

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Достаточное освещение приводит к снижению производственного травматизма и повышению производительности труда. Недостаточное освещение приводит к снижению зрительной способности глаза, постоянному перенапряжению органов зрения, в результате чего человек быстро утомляется.

Освещение производственных помещений может быть **естественным, искусственным и совмещенным**.

**Естественным освещением** помещений называется освещение, создаваемое прямым солнечным светом, рассеянным светом небосвода и отраженным от земли и прилегающей растительности и строений светом, который проникает через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях зданий.

Естественное освещение предусматривается в помещениях с постоянным пребыванием людей.

Естественное освещение производственных помещений может быть:

1. **боковым**, проникающим через световые проемы в наружных стенах *двустороннее*, и через световые проемы в наружной стене - *одностороннее*;
2. **верхним**, проникающим через фонари, световые проемы в покрытиях, а также через проемы в стенах, в местах перепада высот здания;
3. **комбинированным** при сочетании верхнего и бокового освещения. Трудно установить норму освещенности в люксах при естественном освещении, т.к. оно постоянно меняется во времени (сумерки - полдень, зима - лето), поэтому принята отвлеченная единица измерения - **коэффициент естественной освещенности (КЕО)**.

**КЕО** - это отношение освещенности в какой-то заданной точке помещения к величине одновременно замеренной освещенности в наружной точке, находящейся в той же горизонтальной плоскости и освещенной рассеянным светом небосвода:

$$e_{\phi} = \frac{E_{вн}}{E_{нар}} \cdot 100\% \quad (1)$$

### НОРМИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Для оценки естественного освещения нормируется **КЕО**

В отечественной практике нормирование КЕО осуществляют по 2 направлениям: путем разработки общих норм для всех производственных помещений по обобщенным характеристикам зрительных работ или путем установления нормируемого значения КЕО для конкретного цеха, участка, помещения.

В соответствии с этим разработаны нормы (СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95) и нормы по конкретным отраслям промышленности. В обоих случаях **при боковом освещении регламентируется минимальное значение КЕО**.

КЕО в соответствии со СНиП 23-05-95 нормируется в зависимости от **характеристики зрительной работы**, определяемой *наименьшим размером объекта различения, характеристикой фона и контрастом объекта различения с фоном*, а также с учетом **вида естественного освещения**.

Так, например, при чтении печатного текста наименьшим объектом различения является толщина букв, а не их высота.

Комбинированное освещение как более эффективное имеет нормы КЕО выше, чем боковое.

Расчёт естественного освещения сводится к определению необходимой площади световых проёмов для обеспечения нормативного значения КЕО. Схема обозначения исходных данных для расчёта естественной освещённости приведена на рис. 1:

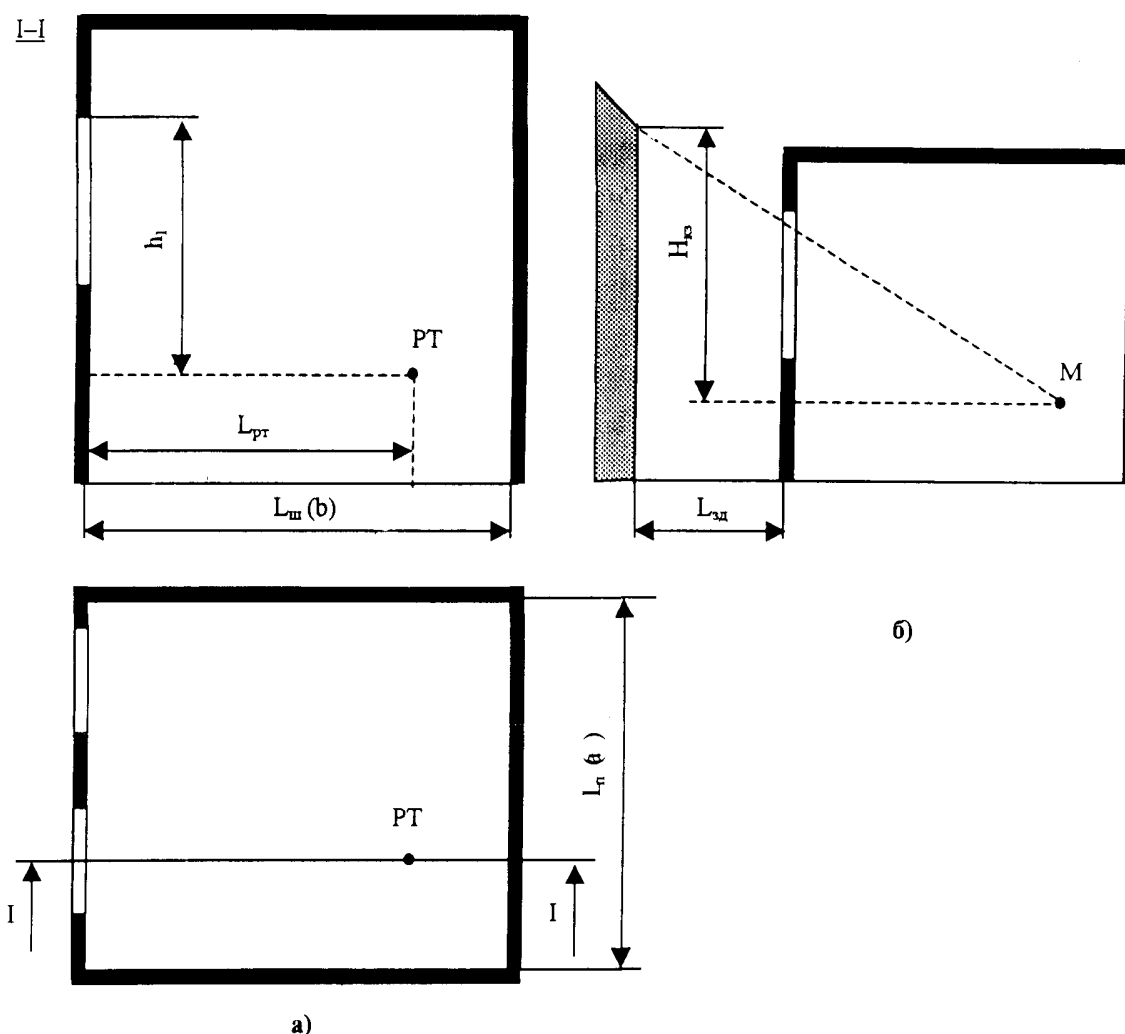


Рис. 1.

**Схема обозначения исходных данных для расчета естественной освещенности**

а) схема обозначения размеров помещения для расчета бокового освещения:  $I$  -уровень рабочей поверхности;  $h_1$  - высота от уровня условной рабочей поверхности до верха окна;  $B$  - глубина помещения;  $PT$  - расчетная точка;  $L_n (a)$  - длина помещения;

$L_{ш} (b)$  - ширина помещения;

б) схема для определения коэффициента  $K_{зд}$ :  $H_{кз}$  - высота расположения карниза противостоящего здания;  $L_{зд}$  - расстояние между рассматриваемым и противстоящим зданием;  $M$  - граница затенения.

При боковом освещении расчет ведет по следующей формуле.

$$100 \cdot \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_H \cdot K_3 \cdot \eta_0 \cdot K_{зд}}{\tau_0 \cdot r}, \quad (2)$$

- где  $S_0$  - площадь световых проёмов (в свету) при боковом освещении, м<sup>2</sup>;  
 $S_n$  - площадь пола помещения, м<sup>2</sup>;  
 $e_H$  - нормированное значение КЕО для данного помещения при боковом освещении (Приложение табл. 1)  
 $K_3$  - коэффициент запаса, учитывающий снижение КЕО и освещенности в процессе эксплуатации вследствие загрязнения и старения заполнений в световых проемах, а также снижение отражающих свойств поверхностей помещения (Приложение табл. 2)  
 $\eta_0$  - световая характеристика окон, зависящая от отношения длины помещения  $L_n$  к его глубине  $B$  (рис. 1а. Приложение табл. 3)  
 $K_{зд}$  - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями (рис. 1б, Приложение табл. 4)  
 $\tau_0$  - общий коэффициент светопропускания (Приложение табл. 5) определяемый по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3$$

- где  $\tau_1$  - коэффициент светопропускания материала;  
 $\tau_2$  - коэффициент, учитывающий потери света в переплете светопроема;  
 $\tau_3$  - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях;  
 $r$  - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию (Приложение табл. 6)

Отношение суммарной площади окон к площади пола  $S_0/S_n$  обычно составляет 1/4...1/12.

### ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИБОРЫ

При проведении лабораторной работы используется люксметр Ю-16.

Технические данные.

Фотоэлектрический многодиапазонный прибор с отдельным фотоэлементом предназначен для измерения освещенности в производственных, служебных и других помещениях.

Диапазоны измерений: 5..25; 20..100; 100..500 Лк с открытым фотоэлементом;

500..2500; 2000..10000; 10000..50000 Лк с применением поглотителя (светофильтра). Коэффициент ослабления поглотителя равен 100 (+5%).

Устройство и принцип работы люксметра

Люксметр (рис. 2) состоит из фотоэлемента, преобразующего фотоэлемент

под действием светового потока создает ЭДС и поэтому не нуждается в источнике напряжения. При облучении световой поток проходит через полупрозрачный слой, который служит анодом фотоэлемента.

В это время из слоя селена освобождаются электроны, которые перемещаются в направлении, обратном световому потоку, и возвращаются через внешнюю цепь, вызывают отклонение стрелки измерителя.

Измеритель люксметра состоит из прибора магнитоэлектрической системы, указателя в виде стрелки и из электрической цепи, содержащей резисторы и переключатели диапазонов измерений.

Шкала измерений имеет три ряда отсчета. Соответственно переключению переключателя диапазон измерений будет:

5-25 Лк;

20 - 100 Лк;

100 - 500 Лк

(цена деления каждого ряда различна).

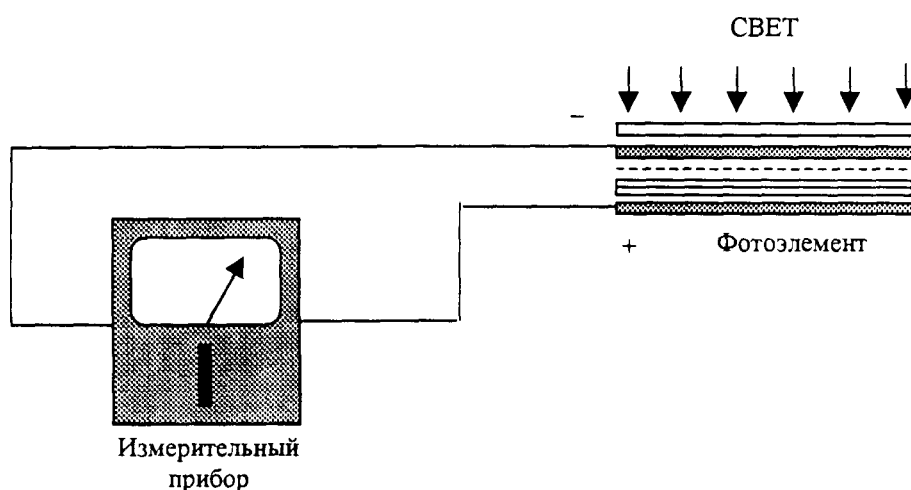


рис. 2

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Установить горизонтально прибор (люксметр) и проверить, стоит ли стрелка гальванометра на нуле в условиях исключающих падение света на фотоэлемент.
2. Провести замер величин освещенности внутри помещения и снаружи здания для этого необходимо учесть, что:
  - при одностороннем боковом освещении минимальное значение КЕО определяется в точке, расположенной на расстоянии 1 метр от стены, наиболее удаленной от световых проемов. Точку берут на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности, проходящей на высоте 0,8 метра от уровня пола (см. рис. 1);
  - в силу сложности определения освещенности снаружи здания замер произвести в непосредственной близости от окна.
3. Рассчитать фактическое значение КЕО (формула 1).
4. Определить нормативное значение КЕО (табл. 1).

## Электронный архив УГЛТУ

5. Определить суммарную площадь оконных проемов, площадь пола помещения и рассчитать по этим данным фактическое значение  $S_0/S_{\Pi}$ .
6. Определить расчетное значение  $S_0/S_{\Pi}$  (формула 2).
7. Результаты работы свести в таблицу:

Характер производственных помещений	$S_0$	$S_{\Pi}$	$S_0/S_{\Pi}$		$E_{\Pi}$	$E_{вн}$	КЕО (е)	
			Факт.	расч.			факт.	Норм.

Обычно  $S_0/S_{\Pi} = 0,25 \dots 0,083$

8. Составить отчёт и сделать выводы о соответствии КЕО норме и достаточности площади окон. При необходимости дать соответствующие рекомендации.

**ВЫПИСКА ИЗ СП 52.13330.2011**

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	
						КЕО, еН, %			
						при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
1	2	3	4	5	6	12	13	14	15
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	a	Малый	Темный	-	-	6,0	2,0
			б	Малый Средний	Средний Темный				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный				
			г	Средний Большой "-"	Светлый "-" Средний				
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	a	Малый	Темный	-	-	4,2	1,5
			б	Малый Средний	Средний Темный				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный				
			г	Средний Большой "-"	Светлый "-" Средний				
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	a	Малый	Темный	-	-	3,0	1,2
			б	Малый Средний	Средний Темный				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный				
			г	Средний Большой "-"	Светлый "-" Средний				
Средней точности	Св. 0,5 до 1	IV	a	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				



1	2	3	4	5	6	12	13	14	15
Малой точности	Св. 1 до 5	V	a	Малый	Темный	3	1	1,8	0,6
			б	Малый Средний	Средний Темный				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный				
			г	Средний Большой "- "-	Светлый "- 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		То же	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	a			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

Примечания

3. Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего. При увеличении этого расстояния разряд зрительной работы следует устанавливать в соответствии с приложением Б. Для протяженных объектов различения эквивалентный размер выбирается по приложению В.

10. В помещениях, специально предназначенных для работы или производственного обучения подростков, нормированное значение КЕО повышается на один разряд по гр. 3 и должно быть не менее 1,0%.

Таблица 2

Помещения и территории	Примеры помещений	Коэффициент запаса $K_3$ при естественном освещении и угле наклона светопропускающего материала к горизонту, градусы			
		0-15	16-45	46-75	76-90
1. Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне:					
а) св. $5 \text{ мг/м}^3$ пыли, дыма, копоти	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов	2,0	1,8	1,7	1,5
б) от 1 до $5 \text{ мг/м}^3$ пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона	1,8	1,6	1,5	1,4
с) менее $1 \text{ мг/м}^3$ пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механо-сборочные, пошивочные	1,6	1,5	1,4	1,3
д) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих большой коррозией способностью	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных отраслей промышленности с применением электролиза	2,0	1,8	1,7	1,5
2. Помещения общественных и жилых зданий:					
а) пыльные, жаркие и сырые	Горячие цехи предприятий общественного питания, охлаждающие камеры, помещения для приготовления растворов в прачечных, душевые и т.д.	2,0	1,8	1,7	1,6
б) с нормальными условиями среды	Кабинеты и рабочие помещения, жилые комнаты, учебные помещения, лаборатории, читальные залы, залы совещаний, торговые залы и т.д.	1,5	1,4	1,3	1,2

Таблица 3

Значение световой характеристики  $\eta_0$ , окон при боковом освещении

Отношение длины помещения к его глубине $B$	Значение световой характеристики $\eta_0$ при отношении глубины помещения $B$ к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна							
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0
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	66	-	-

Таблица 4

Значения коэффициента  $K_{зд}$ , учитывающего затенение окон противостоящими зданиями в зависимости от отношения расстояния между рассматриваемыми и противостоящими зданиями к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого здания  $H_{зд}$

R/Hзд	Kзд
0,5	1,7
1,0	1,4
1,5	1,2
2,0	1,1
3 и более	1,0

Таблица 5

Значения коэффициентов  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$

Вид светопропускающего материала	$\tau_1$
Стекло оконное листовое	
– одинарное	0,9
– двойное	0,8
– тройное	0,75
Стекло листовое узорчатое	0,65
Стекло листовое со специальными свойствами:	
– Солнцезащитное	0,65
– Контрастное	0,75

Вид переплета	$\tau_2$
Переплеты для окон и фонарей промышленных зданий:	
а) деревянные одинарные	0,75
б) деревянные спаренные	0,7
в) деревянные двойные раздельные	0,6
г) стальные:	
– одинарные открывающиеся	0,75
– одинарные глухие	0,9
– двойные открывающиеся	0,6
– двойные глухие	0,8
Переплеты для окон жилых, общественных и вспомогательных зданий:	
а) деревянные одинарные	0,8
– спаренные	0,75
– двойные раздельные	0,65
с тройным остеклением	

Несущие конструкции	$\tau_3$
Стальные фермы	0,9
Железобетонные и деревянные фермы и арки	0,8
Балки и рамы сплошные при высоте сечения:	
– 50 см и более	0,8
– менее 50 см	0,9

Таблица 6

Отношение глубины помещения $B$ к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна $H_1 (B/H_1)$	Отношение расстояния расчетной точки от наружной стены к глубине помещения $B (L_{расч}/B)$	Значение при боковом освещении									Значение при двухстороннем освещении								
		Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен, пола																	
		0,5			0,4			0,3			0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения $L_n$ к его глубине $B (L_n/B)$																	
		0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
От 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1	1,35	1,25	1,15	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,8	1,4	1,3	1,2	1,6	1,4	1,25	1,45	1,3	1,15	1,25	1,15	1,1
Более 1,5 до 2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1	1,8	1,45	1,25	1,4	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2	2,1	1,75	1,5	1,75	1,45	1,2	1,3	1,25	1,2
	1	3,8	3,8	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5	2,35	2	1,6	1,9	1,6	1,5	1,5	1,35	1,2
Более 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,35	1,2	1,2	1,2	1,15	1,15	1,1	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1	1,5	1,4	1,25	1,3	1,2	1,15	1,2	1,1	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,45	1,3	1,4	1,3	1,2	1,8	1,6	1,35	1,5	1,35	1,2	1,35	1,25	1,15
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,8	2,25	1,9	1,45	1,17	1,35	1,25	1,5	1,4	1,2
	0,8	3,6	3,1	2,4	2,4	2,2	1,56	1,9	1,7	1,4	2,8	2,4	2,9	1,9	1,6	1,3	1,65	1,5	1,25
	0,9	5,3	4,2	3	3,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5	3,65	2,9	2,6	2,2	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3
	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7	4,45	3,35	2,65	2,4	2,1	1,6	2	1,7	1,4
	Более 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05
0,2		1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
0,3		1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,2
0,4		2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2	2,35	2	1,75	1,6	1,4	1,3	1,35	1,25	1,15
0,5		3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3	3,25	2,8	2,4	1,9	1,7	1,45	1,65	1,5	1,3
0,6		4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5	4,2	3,5	2,85	2,21	2,2	1,7	1,95	1,4	1,4
0,7		6	3,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7	5,1	4	3,2	2,55	2,3	1,85	2,1	1,8	1,5
0,8		7,4	5,8	4,7	3,4	2,8	2,4	2,6	2,3	1,9	5,8	4,5	3,6	2,8	2,4	1,95	2,25	2	1,6
0,9		9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1	6,2	4,9	3,9	3,4	2,8	2,3	2,45	2,1	1,7
1		10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5	6,3	5	4	3,6	2,9	2,4	2,6	2,25	1,9