

Исследование параметров
микроклимата и освещенности на
рабочем месте и в
животноводческих помещениях

Нормативные документы

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху санитарной зоны.

2. СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*" (утв. Приказом Минрегиона РФ от 27.12.2010 N 783) Естественное и искусственное освещение.

3. СанПиН 2.2.4. 548-96. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

4. СНиП 11-97-76. Строительные нормы и правила. «Генеральные планы сельскохозяйственных предприятий».

Микроклимат в производственных помещениях

Микроклимат производственных помещений – это климат ограниченного пространства, включающий в себя совокупность факторов среды: температуры, влажности, скорости движения и охлаждающей способности воздуха, атмосферного давления, содержания взвешенных пылевых частиц и микроорганизмов, газового состава и др.

Термины и определения

Производственные помещения - замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей.

Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ей осуществляется трудовая деятельность.

Холодный период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже.

Теплый период года - период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$.

Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя

величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы.

Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт).

Тепловая нагрузка среды (ТНС) - сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в °С.

Общие требования и показатели микроклимата

Нормирование параметров микроклимата регламентируется СанПиН, которые устанавливают оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений с учетом периода года и интенсивности энергозатрат работающих.

Кат-ия	интенсивность энергозатрат	Вид работ
Ia	<i>до 120 ккал/ч (до 139 Вт)</i>	Сидя или с незначительным физическим напряжением профессии на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах и т. п.
Iб	<i>121-150 ккал/ч (140-174 Вт)</i>	сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением. <i>В полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролёры, мастера в различных видах производства и т. п.</i>
IIa	<i>151-200 ккал/ч (175-232 Вт)</i>	связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определённого физического напряжения <i>цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т. п.</i>
IIб	<i>201-250 ккал/ч (233-290 Вт)</i>	связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением. <i>В сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий</i>
III	<i>более 250 ккал/ч (более 290 Вт)</i>	связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий. <i>в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах</i>

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Оптимальные условия микроклимата

Основываются на оптимальном тепловом и функциональном состоянии человека.

Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, *С	Температура поверхностей, *С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

Допустимые условия микроклимата

Основываются на допустимом тепловом и функциональном состоянии человека в течение 8-часовой рабочей смены.

Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные величины показателей микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной нецелесообразности, условия микроклимата следует рассматривать как вредные и опасные.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия – например:

- системы местного кондиционирования воздуха;
- компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого;
- спецодежда и другие средства индивидуальной защиты;
- помещения для отдыха и обогрева;
- регламентация времени работы, (перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы и др.).

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат Вт	Температура воздуха, *С		Темпера тура поверх- ностей, *С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон нижеопти- мальных величин	Диапазон выше опти- мальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холод- ный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75*	0,1	0,1
	Iб (140-174)	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
	IIa (175-232)	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	0,3
	IIб (233-290)	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0	15-75	0,2	0,4
	III (более290)	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0	15-75	0,2	0,4
Теп- лый	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75*	0,1	0,2
	Iб (140-174)	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75*	0,1	0,3
	IIa (175-232)	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75*	0,1	0,4
	IIб (233-290)	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0	15-75*	0,2	0,5
	III (более290)	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0	15-75*	0,2	0,5

Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха выше допустимых величин

Температура воздуха	Время пребывания, не более при категориях работ, ч		
на рабочем месте, *С	Iа-Iб	IIа-IIб	III
32,5	1	-	-
32,0	2	-	-
31,5	2,5	1	-
31,0	3	2	-
30,5	4	2,5	1
30,0	5	3	2
29,5	5,5	4	2,5
29,0	6	5	3
28,5	7	5,5	4
28,0	8	6	5
27,5	-	7	5,5
27,0	-	8	6
26,5	-	-	7
26,0	-	-	8

Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха ниже допустимых величин

Температура воздуха	Время пребывания, не более при категориях работ, ч				
на рабочем месте, *С	Iа	Iб	IIа	IIб	III
6	-	-	-	-	1
7	-	-	-	-	2
8	-	-	-	1	3
9	-	-	-	2	4
10	-	-	1	3	5
11	-	-	2	4	6
12	-	1	3	5	7
<u>13</u>	1	2	4	6	<u>8</u>
14	2	3	5	7	-
<u>15</u>	3	4	6	<u>8</u>	-
16	4	5	7	-	-
<u>17</u>	5	6	<u>8</u>	-	-
18	6	7	-	-	-
<u>19</u>	7	<u>8</u>	-	-	-
<u>20</u>	<u>8</u>	-	-	-	-

Требования к организации контроля и методам измерения микроклимата

Измерения показателей микроклимата в целях контроля их соответствия гигиеническим требованиям должны проводиться:

- **в холодный период года** - в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней температуры наиболее холодного месяца зимы не более чем на 5°C,

- **в тёплый период года** - в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней максимальной температуры наиболее жаркого месяца не более чем на 5°C.

Измерения показателей микроклимата следует проводить не менее 3 раз в смену:

- в начале,*
- середине,*
- в конце смены..*

При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами, необходимо проводить дополнительные измерения при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих.

Измерения проводят непосредственно на рабочих местах. Если рабочим местом являются несколько участков производственного помещения, то измерения осуществляются на каждом из них.

измерения производят следующим образом:

- при работах, выполняемых сидя

температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,0 м,

а отн. влажность воздуха - на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки.

- при работах, выполняемых стоя

температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,5 м,

а отн. влажность воздуха - на высоте 1,5 м.

- при наличии источников лучистого тепла,

тепловое облучение на рабочем месте необходимо измерять от каждого источника на высоте 0,5; 1,0 и 1,5 м от пола или рабочей площадки.

Для измерения температуры и отн. влажности воздуха, при наличии источников теплового излучения и воздушных потоков на рабочем месте используют **аспирационный психрометр**.

При отсутствии вышеуказанных источников, можно измерять психрометрами, не защищёнными от воздействия теплового излучения и скорости движения воздуха

Скорость движения воздуха следует измерять **анемометрами** вращательного действия (*крыльчатые, чашечные*).

Малые величины скорости движения воздуха (менее 0,5 м/с), особенно при наличии разнонаправленных потоков, можно измерять термоэлектроанемометрами, а также цилиндрическими и шаровыми кататермометрами при защищённости их от теплового излучения.

Температуру поверхностей следует измерять контактными приборами (типа *электротермометров*) или дистанционными (*пирометры и др.*).

Интенсивность теплового облучения следует измерять приборами, обеспечивающими угол видимости датчика, близкий к полусфере (не менее 160°) и чувствительными в инфракрасной и видимой области спектра (*актинометры, радиометры* и т. д.).

Минимальное количество участков измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха

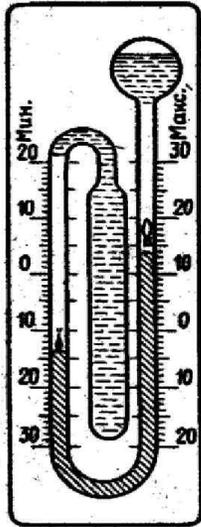
Площадь помещения, м	Количество участков измерения
До 100	4
От 100 до 400	8
Свыше 400	Количество участков определяется расстоянием между ними, которое не должно превышать 10 м.

По результатам исследования необходимо составить протокол,

в котором должны быть отражены:

- общие сведения о производственном объекте;
- размещении технологического и санитарно-технического оборудования, источниках тепловыделения, охлаждения и влаговыведения;
- приведены схема размещения участков измерения параметров микроклимата и другие данные.

Приборы для измерения температуры и влажности воздуха



С помощью комбинированного (максимально-минимального) термометра определяют как максимальную, так и минимальную температуру воздуха за определённый период времени.

Термометр имеет вид изогнутой с обоих концов трубки, у которой правый конец расширен в виде шара, а левый - в виде цилиндра.

Средняя (нижняя) часть трубки заполнена ртутью, левое колено - спиртом, а правое наполнено спиртом только до половины шаровидного расширения.

Во второй половине этого расширения находятся пары спирта. Над ртутными менисками в обоих коленах имеются стальные указатели со щетинками.

Перед определением температуры оба указателя при помощи магнита подводят к менискам ртутного столба так, чтобы их нижние концы касались ртути.

При повышении температуры спирт в левом колене расширяется, давит на столбик ртути и передвигает его в правом колене трубки. Одновременно передвигается вверх и указатель температуры

При понижении температуры и обратном движении спирта и ртути указатель в результате трения щетинок остаётся на месте и фиксирует максимальную температуру.

При этом столбик ртути в левом колене поднимается и проталкивает указатель, который показывает минимальную температуру за период наблюдения.

Для измерения температуры плоских поверхностей (стен, полов и пр.) используют *термометры с плоскими, спирально извитыми резервуарами* увеличивающими площадь соприкосновения с поверхностью.

Шкала термометра для удобства наблюдений расположена под углом 90° к плоскости спирали.

Чтобы исключить влияние температуры воздуха помещения на показания термометра, спираль его защищают кружком из сукна или пробки.

Этот термометр прикрепляют к точке измерения на стене или полу замазкой из воска с канифолью.



Психрометр предназначен для определения относительной влажности и температуры воздуха в наземных условиях (в помещении и на открытом воздухе).

Работа **психрометра М-34М** основана на зависимости разностей температур сухого и «смоченного» термометра с целью последующего вычисления параметров влажности воздуха по специальным психрометрическим таблицам или графику, а температура воздуха - по показаниям сухого термометра.

Полупроводниковый термометр типа ЭТП-М:

- 1 – микроамперметр с измерительной шкалой;
- 2 – переключатель «контроль-измерение»;
- 3 – переключатель поддиапазонов;
- 4 – ручка регулировки напряжения;
- 5 – включатель прибора;
- 6 – полупроводниковый датчик температуры

Электротермометры ЭТП-М, ЭА-2М, АМ-2М, ЭВМ-2 с цифровой индикацией в основе которых заложены полупроводниковые датчики (микротермисторы), используют для измерения температуры воздуха.

Они удобны в работе, но точность их показаний следует проверять по выверенному ртутному термометру.

Правила пользования этими приборами обычно изложены в паспорте или инструкции.





Термогигрометр ИВТМ-7К

предназначен для непрерывного (круглосуточного) измерения и регистрации относительной влажности и температуры воздушной среды.

Используется для контроля в различных технологических процессах в промышленности, энергетике, сельском хозяйстве и гидрометеорологии.

Диапазон измерения относительной влажности 0...99% ($\pm 2,0\%$), диапазон измерения температур $-20...+60^{\circ}\text{C}$, количество точек автоматической статистики до 9000.

Габаритные размеры прибора 130×70×25 мм, масса 0,3 кг. В качестве чувствительного элемента влажности используется ёмкостный сенсор сорбционного типа.

Для измерения температуры применяется платиновый терморезистор. Измерительный блок считывает информацию из измерительного преобразователя влажности – температуру и влажность анализируемой среды и отображает их на ЖК-дисплее.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ОСВЕЩЕНИЮ

Световой поток – часть потока лучистой энергии, которая воспринимается глазом как световое ощущение.

За единицу светового потока принята условная единица люмен (лм).

Освещённость - поверхностная плотность падающего светового потока, или отношение светового потока к площади освещаемой им поверхности.

За единицу освещённости принимают люкс (лк) - освещённость поверхности, которая получает равномерно распределённый световой поток в 1 лм на площади 1м².

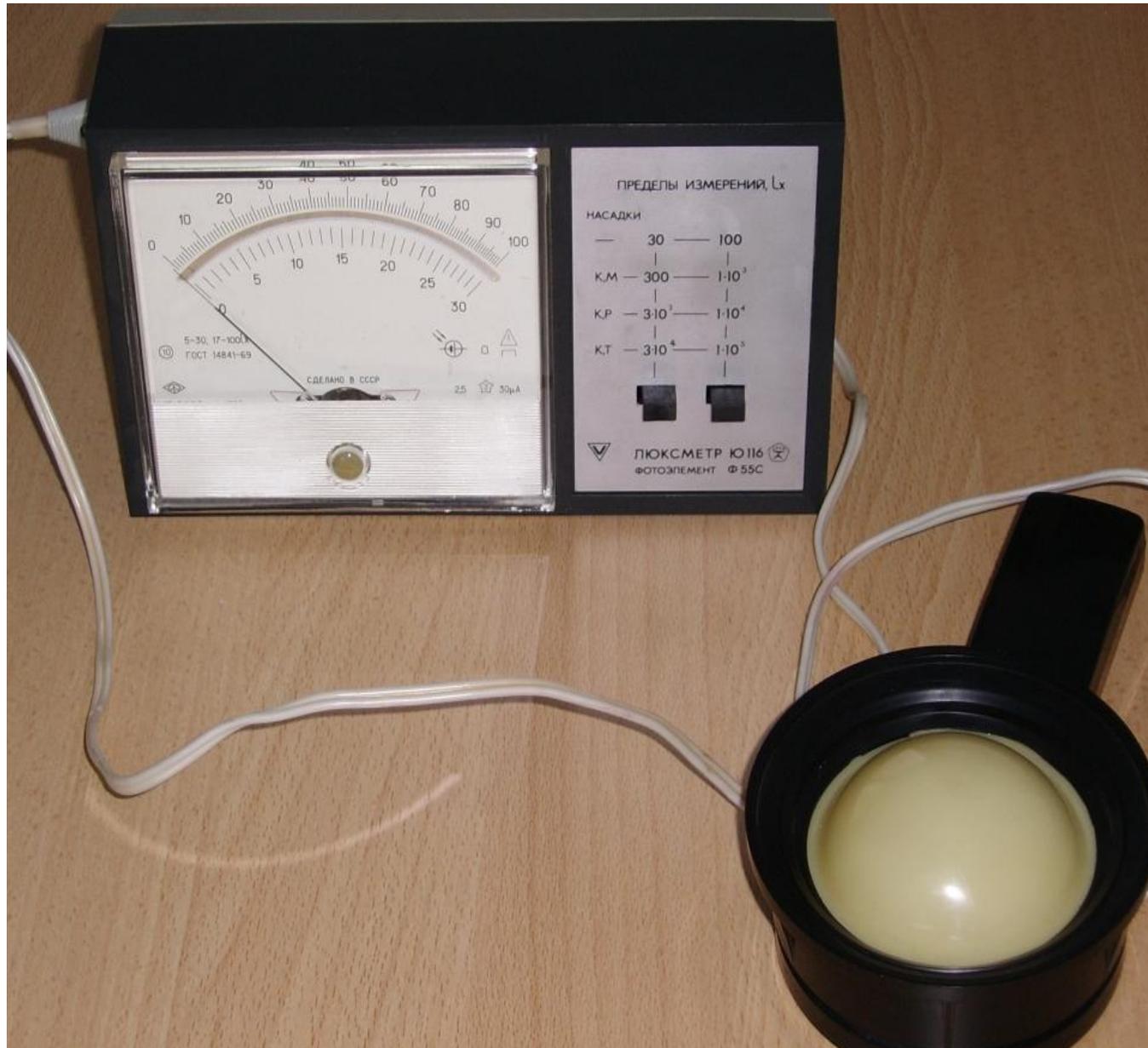
Освещённость (E) характеризует поверхностную плотность светового потока (Φ), падающего на поверхность, к её площади S : $E = \Phi / S$.

Яркость освещения - отношение силы света к площади светящейся поверхности.

Коэффициент отражения - отношение светового потока, отражённого от поверхности, к световому потоку, падающему на эту поверхность.

Коэффициент поглощения - отношение светового потока, поглощённого средой, к световому потоку, падающему на эту среду.

для измерения освещённости применяют ЛЮКСМЕТР



Люксметр применяют для измерения освещённости.

Он представляет собой микроамперметр с присоединённым к нему селеновым фотоэлементом и насадками на него (светофильтрами — поглотителями света).

Люксметр Ю-116 имеет восемь пределов измерений — от 30 лк (первое деление 2 лк) до $1 \cdot 10^5$ лк, в зависимости от того, выполняется ли измерение без насадок или с ними.

В последнем случае обязательно надевается насадка **К** (полусферической формы) и одна из плоских насадок **М, Р, Т**.

Кроме того, пределы измерений зависят от того, какая из кнопок нажата: для шкалы в 30 делений или в 100.

Показания люксметра соответствуют спектральному составу света от лампы накаливания

Освещение может быть:

- естественным**
- искусственным**
- совмещённым**

Виды естественного освещения:

- боковое
- верхнее
- комбинированное

Интенсивность естественного освещения оценивают коэффициентом естественного освещения – **КЕО**, показывающим, во сколько раз освещённость в помещении меньше чем снаружи.

Гигиеническое нормирование освещения.

Для помещений с боковым естественным освещением используют нормированное минимальное значение коэффициента естественной освещённости на рабочих местах, наиболее удалённых от окон.

Для помещений с верхним освещением (через фонари в крыше) или с комбинированным — среднее значение.

Нормы установлены для восьми разрядов производственных помещений по условиям зрительной работы. (табл.1)

Например, контрольные цехи в электромашиностроении относятся ко II разряду, сборочные — к III, кузнечные — к V.

Таблица 1

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Значение коэффициента естественной освещенности, %	
			боковой	верхней и комбинированной
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	3,5	10,0
Очень высокой точности	0,15...0,3	II	2,5	7,0
Высокой точности	0,3...0,5	III	2,0	5,0
Средней точности	0,5...1	IV	1,5	4,0
Малой точности	1...5	V	1,0	3,0
Грубой точности	Более 5	VI	0,5	2,0
С самосветящимися материалами и изделиями	—	VII	1,0	3,0
<i>Общее наблюдение за производственным процессом:</i>				
постоянное	—	VIIIa	0,3	1,0
периодическое с постоянным пребыванием людей	—	VIIIб	0,2	0,7
периодическое с периодическим пребыванием людей	—	VIIIв	0,1	0,5

Искусственное освещение

рабочее

аварийное

охранное

дежурное

Освещение безопасности (при отключении рабочего освещения, не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территорий предприятия).

Предусмотрено в случаях, если отключение рабочего освещения может вызвать: взрыв, пожар, нарушение технологического процесса и тд.

Эвакуационное освещение (должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов (или на земле) и на ступенях лестниц: в помещениях - **0,5 лк**, на открытых территориях - **0,2 лк**).

Предусматривается в местах опасных для прохода людей, в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей в производственных помещениях без естественного света)

Охранное освещение (при отсутствии специальных технических средств охраны) должно предусматриваться вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время.

Освещённость должна быть не менее **0,5 лк** на уровне земли в горизонтальной плоскости или на уровне **0,5 м** от земли на одной стороне вертикальной плоскости, перпендикулярной к линии границы.

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

Дежурное освещение - освещение в нерабочее время.

Расчет освещения

В сельских помещениях естественное освещение обычно боковое.

для определения суммарной площади окон в м² (S_o), при известной площади пола (S_n), применяется формула:

$$S_o = S_n(E_e/100)(\eta_o \cdot k_t \cdot k_z) / (t_o \cdot \varphi)$$

где:

- E_e — коэффициент естественной освещенности для данного пояса и зоны;
- η_o — световая характеристика окна (находится в пределах от 7 до 45 в зависимости от длины помещения вдоль стены с окнами по отношению к его глубине и от отношения глубины к высоте верхнего края окна над рабочей поверхностью);
- k_t — коэффициент, учитывающий затенение окна противостоящими зданиями ($k_t = 1$ при отношении расстояния между зданиями к высоте карниза противостоящего здания над уровнем подоконников окон данного помещения, равном 3 или более.
При уменьшении этого отношения до 0,5 $k_t = 1,7$);
- k_z — коэффициент запаса, учитывающий запылённость помещения и периодичность мытья стекол, равный 1,2 для жилых и общественных помещений и 1,5 для пыльных производственных помещений при мытье стекол 2...4 раза в год;
- t_o — общий коэффициент светопропускания оконного проёма, который при вертикальном остеклении равен приблизительно 0,5...0,64 для одинарных рам и 0,25...0,35 для двойных;
- φ — коэффициент отражённого света от стен и потолка, равный 1... 10 при одностороннем освещении и 1 ...4 при двустороннем.

Равномерность освещения животноводческих и птицеводческих помещений определяется коэффициентом равномерности (*отношением наименьшей освещённости к наибольшей в одной плоскости*).

Коэффициент равномерности освещения в плоскости в радиусе 5 м должен быть не менее 1:3.

Расчёт естественной освещённости.

В проектной и строительной практике животноводческих и подсобных помещений применяют два способа нормирования естественной освещённости - геометрический и светотехнический.

Геометрический способ основан на вычислении **светового коэффициента (СК)**, т. е. отношения остеклённой площади окон (Φ) к площади пола (S).

Светотехнический способ нормирования естественной освещённости *выражается коэффициентом естественной освещённости (КЕО, %).*

КЕО- это отношение горизонтальной освещённости в люксах в данной точке внутри помещения к одновременной горизонтальной освещённости вне помещения, выраженное в процентах:

$$КЕО = \frac{Eв * 100,}{Ен}$$

где: **Ев** — *освещённость внутри помещения, лк;*

Ен — *освещённость в горизонтальной плоскости под открытым небом, лк.*

В различных точках помещения освещённость бывает неодинаковой, поэтому необходимо производить одновременно несколько параллельных замеров в различных зонах помещения (вдоль каждого ряда стойл, клеток, станков в наиболее светлой и темной их части).

При обработке замеров для каждой точки выводят *КЕО*, берут средние арифметические показатели каждого ряда стойл, клеток, станков.

Определение искусственной освещённости.

Для этой цели подсчитывают число ламп в помещении и определяют их общую мощность, выраженную в *ваттах (Вт)*.

Полученную величину делят на площадь пола и получают *удельную мощность в Вт/м²*.

$$\text{ИО} = n * \text{Вт} / S \text{ пола}$$

где: **ИО** - искусственная освещённость, Вт/м²;

n - количество электроламп в помещении;

Вт - мощность одной электролампы, Вт;

S пола - площадь пола помещения, м².

Для перевода освещённости, выраженной в *Вт/м²*, в люксы (лк) умножают количество *Вт/м²* на коэффициенты пересчёта в зависимости от мощности и типа ламп света.

Рационально нормировать искусственное освещение в абсолютных единицах – люксах в расчёте на 1 м² площади помещения.

Нормы освещённости помещений для содержания животных

Вид и группа животных	Естественная освещенность		Искусственная освещенность, лк	
	КЕО, %	СК (св. коэф.)	газоразрядные лампы	Лампы накаливания
Коровы, нетели (привязное и беспривязное содержание), молодняк на доращивании	0,5	1:10-1:15	50	20
Откормочное поголовье	0,4	1:20-1:30	100	50
Новорожденные	0,5	1:10-1:15	150	100
Холостые и супоросные матки, хряки	0,5	1:10	75	30
Ремонтный молодняк, поросята на доращивании	0,6	1:10	100	50
Свиньи на откорме I период	0,35	1:20	50	30
II период	0,35	1:20	50	20

Спасибо за внимание!