

УДК 658

Составители: Л.В. Шульга, А.Н. Барков

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Г.П. Тимофеев*

Производственная санитария и гигиена труда. Словарь терминов и определений [Текст]: Методические указания к проведению лабораторных и практических занятий по дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л.В. Шульга, А.Н. Барков. – Курск, 2017. – 17 с. Библиогр.: с. 16

Приводятся термины и определения, охватывающие все направления обеспечения нормативных гигиенических показателей производственной среды, обеспечивающих безопасные условия труда. Работа предназначена для студентов всех направлений подготовки в университете

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *24.11.17* Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. *07* Уч.-изд.л. *06*. Тираж *100* экз. Заказ *2194*. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября

Цель работы:

– изучить термины и определения, применяемые в сфере санитарно-гигиенического нормирования показателей производственной среды и обеспечения безопасности труда персонала предприятий народного хозяйства.

Перечень компетенций, формируемых в процессе выполнения данной практической работы:

– способностью ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности;

– способностью ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей;

– способностью осуществлять мониторинг функционирования системы управления охраной труда.

В результате изучения материала студент должен *знать*:

– опасности среды обитания: виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты;

– влияние вредных производственных факторов на организм человека;

– методы и средства снижения воздействия вредных факторов до нормативных значений или до полного исключения их воздействия на людей;

– методы анализа характера взаимодействия человека с производственной средой;

– специфику и механизм токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов;

– принципы анализа и моделирования производственной санитарии и гигиены труда и определения приемлемого риска;

– методы определения и нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека;

– законодательные и нормативно-технические акты, регулирующие производственную санитарии и гигиену труда.

уметь:

- качественно и количественно оценивать уровень воздействия вредных производственных факторов на человека;
 - идентифицировать опасные и вредные производственные факторы;
 - применять средства индивидуальной и коллективной защиты работников;
 - обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей;
 - ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения производственной санитарии и гигиены труда;
 - использовать методы определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий на человека и природную среду;
 - анализировать и оценивать опасные и вредные факторы производственного процесса и оборудования;
 - пользоваться правовой и нормативно-технической документацией по вопросам производственной санитарии и гигиены труда;
- владеть:**
- понятийно-терминологическим аппаратом системы стандартов БЧС;
 - навыками применения действующих нормативных правовых актов для решения задач обеспечения безопасности объектов защиты;

Общие положения

Обеспечение безопасности производственной среды для персонала предприятий обуславливает необходимость однозначности, четкости и единообразия понимания границ понятий и отражающих их терминов в цельной понятийно-терминологической системе санитарно-гигиенического нормирования.

Приведенные термины и определения могут быть использованы специалистами различных профилей для обеспечения жизни и здоровья людей в производственной среде.

Определения содержания терминов (понятий, отражаемых в том или ином термине) приводятся в максимально обобщенном виде, основанном на всей совокупности опубликованных определений, имеющихся в научной, учебной, справочной, методической и нормативной литературе.

Термины и определения

Акт санитарного обследования - учетный и оперативный документ, в котором санитарный врач или его помощник отражают санитарное состояние контролируемого объекта при осуществлении текущего санитарного надзора и предложения по устранению обнаруженных нарушений санитарных нормативов.

Анализ воздушной среды - определение концентрации вредных веществ, содержащихся в воздухе рабочей зоны

Безопасность труда - состояние условий труда, при котором исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов.

Безопасные условия труда - условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

Ведущий фактор - фактор, специфическое действие которого на организм работника проявляется в наибольшей мере при комбинированном или сочетанном действии ряда факторов.

Вибрация - любая вибрация, передаваемая человеческому телу твердыми телами и которая является вредной для здоровья или опасной в другом отношении.

Врабатываемость - способность организма к мобилизации функциональных возможностей в начальный период выполнения работы.

Вредное вещество - вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности и гигиены труда может вызвать заболевания или отклонения в состоянии здоровья как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений, обнаруживаемые современными методами.

Вредные условия труда - условия труда, характеризующиеся наличием вредных производственных факторов, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего и/или его потомство.

Вредный производственный фактор - производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях может привести к заболеванию, снижению работоспособности и (или) отрицательному влиянию на здоровье потомства.

Вредный фактор - производственный фактор, способный оказать отрицательное влияние на работоспособность и состояние здоровья вплоть до возникновения профессиональных заболеваний.

Вредный фактор рабочей среды - фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работника может вызывать профессиональное заболевание или другое нарушение состояния здоровья, повреждение здоровья потомства.

Время отдыха - время, в течение которого работник свободен от исполнения трудовых обязанностей и которое он может использовать по своему усмотрению.

Выносливость - способность к длительному выполнению работы.

Гигиена труда - раздел профилактической медицины, изучающий влияние на организм человека трудового процесса и факторов производственной среды с целью научного обоснования и реализации нормативов и других средств профилактики профессиональных заболеваний и других неблагоприятных последствий воздействия условий труда на работающих.

Гигиенист труда (врач по гигиене труда) - специалист медицинского профиля, обладающий квалификацией, необходимой для решения вопроса о связи отклонений в состоянии здоровья рабочих с условиями их труда.

Гигиеническая оценка условий труда - определение соответствия условий труда существующим гигиеническим нормативам.

Гигиенические критерии - это показатели, характеризующие степень отклонений параметров факторов рабочей среды и трудового процесса от действующих гигиенических нормативов. Классификация условий труда основана на принципе дифференциации указанных отклонений за исключением работ с возбудителями инфекционных заболеваний, с веществами, для которых должно быть исключено вдыхание или попадание на кожу (противоопухолевые лекарственные средства, гормоны-эстрогены, наркотические анальгетики), которые дают право отнесения условий труда к определенному классу вредности за потенциальную опасность.

Гигиенические критерии оценки условий труда - показатели, позволяющие оценить степень отклонений параметров производственной среды и трудового процесса от действующих гигиенических нормативов.

Гигиенические нормативы условий труда (ПДК, ПДУ) - уровни вредных факторов рабочей среды, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8ч, но не более 40ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Соблюдение гигиенических нормативов не исключает нарушение состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью.

Гигиенический норматив - научно обоснованный и официально регламентированный уровень вредного фактора, превышение которого может привести к заболеваниям или другим неблагоприятным последствиям для человека и окружающей природной среды.

Динамическая работа - процесс сокращения мышц, приводящий к перемещению тела или его частей в пространстве, в частности сопровождающийся поднятием груза.

Динамический стереотип - относительно устойчивая целостная система условно-рефлекторных связей, возникающая в процессе обучения и упражнения как физиологическая основа навыков, необходимых для обеспечения высокого уровня профессиональной работоспособности.

Диспансеризация - система работы лечебно-профилактических учреждений, заключающаяся в активном наблюдении за здоровьем населения, направленная на выявление контингентов риска и проведение соответствующих лечебных, профилактических и социальных (реабилитационных) мероприятий.

Защита временем - уменьшение вредного действия неблагоприятных факторов рабочей среды и трудового процесса на работников за счет снижения времени их действия: введение внутрисменных перерывов, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, ограничение стажа работы в данных условиях.

Здоровье - это состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических дефектов (преамбула Устава Всемирной Организации Здравоохранения).

Идентификация риска - процесс нахождения, составления перечня и описания элементов риска.

Комбинированное действие - одновременное или последовательное воздействие на организм однородных (химических или физических и т. п.) вредных факторов при одном и том же пути поступления в организм.

Комплексное действие - воздействие на организм одного и того же вредного фактора, поступающего из различных сред (различным путем) или в условиях производства и вне его.

Максимальная (максимально разовая) концентрация - концентрация вредного вещества при выполнении операций (или на этапах технологического процесса), сопровождающихся максимальным выделением вещества в воздух рабочей зоны, усредненная по результатам непрерывного или дискретного отбора проб воздуха за 15 мин для химических веществ и 30 мин для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД). Для веществ, опасных для развития острого отравления (с остронаправленным механизмом действия, раздражающие вещества), максимальную концентрацию определяют из результатов проб, отобранных за возможно более короткий промежуток времени, как это позволяет метод определения вещества.

Менеджмент риска - скоординированные действия по руководству и управлению организацией в отношении риска.

Нагревающий микроклимат - сочетание параметров микроклимата (температура воздуха, влажность, скорость его движения, относительная влажность, тепловое излучение), при котором имеет место нарушение теплообмена человека с окружающей средой, выражающееся в накоплении тепла в организме выше верхней границы оптимальной величины (0,87 кДж/кг) и/или увеличении доли потерь тепла испарением пота (30%) в общей структуре теплового баланса, появлении общих или локальных дискомфортных теплоощущений (слегка тепло, тепло, жарко).

Напряженность труда - характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы.

Наряд-допуск (наряд) - задание на производство работы, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время ее начала и оконча-

ния, условия безопасного проведения, состав бригады и работников, ответственных за безопасное выполнение работы.

Несоответствие - какое-либо отклонение от стандартов, технических регламентов, принятой практики и процедур выполнения работ и др., которые могут привести непосредственно или косвенно к несчастному случаю, материальному ущербу, ухудшению условий рабочего места или к различным сочетаниям этих факторов.

Несчастный случай - нежелательное событие приводящее к смертельному исходу, травме или заболеванию работника.

Нормирование вредных факторов - научное обоснование и законодательное признание безопасных и безвредных для человека и экологических систем уровней вредных факторов в окружающей среде.

Нормативный правовой акт - письменный официальный документ, принятый (изданный) в определенной форме правотворческим органом в пределах его компетенции и направленный на установление, изменение или отмену правовых норм.

Общая гигиена труда - раздел гигиены труда, изучающий закономерности воздействия на организм отдельных факторов производственной среды и трудового процесса, а также различные виды их совместного действия и разрабатывающий средства профилактики.

Опасная зона - пространство, в котором возможно воздействие на работающего опасного и (или) вредного производственных факторов.

Опасность - источник или ситуация, которая потенциально может нанести вред человеку, привести к ухудшению здоровья, нанесению ущерба собственности, производственной среде, или сочетание всего перечисленного.

Опасный производственный фактор - фактор, способный при несоблюдении требований техники безопасности вызвать травму, острое отравление, резкое ухудшение здоровья или смерть.

Опасный фактор рабочей среды - фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти. В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные факторы рабочей среды могут стать опасными.

Оптимальные условия труда - предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.

Оптимальные условия труда (1 класс) - условия, при которых сохраняется здоровье работника и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы факторов рабочей среды установлены для микроклиматических параметров и факторов трудовой нагрузки. Для других факторов за оптимальные условно принимают такие условия труда, при которых вредные факторы отсутствуют либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

Оптимизация риска - процесс, связанный с риском, направленный на минимизацию негативных и максимальное использование позитивных последствий и, соответственно, их вероятности.

Охлаждающий микроклимат - сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место изменение теплообмена организма, приводящее к образованию общего или локального дефицита тепла в организме ($>0,87$ кДж/кг) в результате снижения температуры "ядра" и/или "оболочки" тела (температура "ядра" и "оболочки" тела - соответственно температура глубоких и поверхностных слоев тканей организма).

Оценивание риска - процесс сравнения количественно оцененного риска с данными критериями риска для определения значимости риска.

Оценка риска - общий процесс анализа риска и оценивания риска.

Оценка соответствия - прямое или косвенное определение соблюдения требований, предъявляемых к объекту.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) - концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны, воздействие которой, независимо от наличия других вредных факторов, не превышающих нормативов, при работе установленной продолжительности в течение всего трудового стажа не вызовет заболевания или другого отклонения в состоянии здоровья как самого работающего, так и его потомства.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) - уровень производственного фактора на рабочем месте, воздействие которого при работе установленной продолжительности в течение всего трудового стажа не приведет к травме, заболеванию или другому отклонению в состоянии здоровья в процессе работы или в отдаленные сроки жизни как самого работающего, так и его потомства.

Производственная деятельность - совокупность действий работников с применением средств труда, необходимых для превращения ресурсов в готовую продукцию, включающих в себя производство и переработку различных видов сырья, строительство, оказание различных видов услуг.

Производственная среда - часть окружающей человека внешней среды, образованная природно-климатическими условиями и профессиональными (физическими, химическими, биологическими и социальными) факторами, воздействующими на него в процессе трудовой деятельности.

Производственно-обусловленная заболеваемость - заболеваемость (стандартизованная по возрасту) общими заболеваниями различной этиологии (преимущественно полиэтиологических), имеющая тенденцию к повышению числа случаев по мере увеличения стажа работы во вредных или опасных условиях труда и превышающая таковую в группах, не контактирующих с вредными факторами.

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.

Промышленная токсикология - раздел гигиены труда, изучающий действие на организм химических факторов (вредных веществ) с целью создания безвредных и безопасных условий труда на производстве.

Профессиональное заболевание - хроническое или острое заболевание работника, являющееся результатом воздействия на него вредного (вредных) производственного (производственных) фактора (факторов) и повлекшее временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности.

Профессиональное отравление - острая или хроническая интоксикация, вызванная воздействием вредного химического фактора в условиях производства.

Профессиональная патология (профпатология) - раздел клинической медицины, предметом изучения которого являются профессиональные болезни.

Профессиональный риск - вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти, связанная с исполнением обязанностей по трудовому договору (контракту) и в иных установленных законом

случаях. Оценка профессионального риска проводится с учетом величины экспозиции, показателей функционального состояния, состояния здоровья и утраты трудоспособности работников.

Психологический климат - настроение трудового коллектива, определяемое уровнем организации и управления производством, а также существующими межличностными отношениями и влияющее на его работоспособность.

Психология труда - отрасль психологической науки, изучающая особенности психической деятельности человека и его личности в процессе труда.

Работник - физическое лицо, работающее в организации на основе трудового договора (контракта), лицо, занимающееся индивидуальной предпринимательской деятельностью, лицо, обучающееся в образовательном учреждении начального, среднего или высшего профессионального обучения.

Работоспособность - состояние человека, определяемое возможностью физиологических и психических функций организма, которое характеризует его способность выполнять определенное количество работы заданного качества за требуемый интервал времени.

Рабочая зона - пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на котором находятся места постоянного или временного (непостоянного) пребывания работников. На постоянном рабочем месте работник находится большую часть своего рабочего времени (более 50% или более 2 ч непрерывно). Если при этом работа осуществляется в разных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом является вся рабочая зона.

Рабочая зона - пространство, ограниченное по высоте 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или непостоянного (временного) пребывания работающих.

Рабочее время - время, в течение которого работник в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка организации и условиями трудового договора должен исполнять трудовые обязанности, а также иные периоды времени, которые в соответствии с законами и иными нормативными правовыми актами относятся к рабочему времени.

Рабочее место - место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя.

Рабочее место - участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ей осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения.

Рабочее место постоянное - место, на котором работающий находится большую часть своего рабочего времени (более 50% или более 2 ч непрерывно). Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Рабочий день (смена) - установленная законодательством продолжительность (в часах) работы в течение суток.

Рациональные режимы труда и отдыха - соотношение и содержание периодов работы и отдыха, при которых высокая производительность труда сочетается с высокой и устойчивой работоспособностью человека без признаков чрезмерного утомления в течение возможно длительного периода.

Риск для здоровья и безопасности персонала - вероятность и последствия реализации опасного для здоровья и безопасности персонала события.

Санитарная характеристика условий труда - описание санитарного состояния производственного объекта с заключением о его соответствии гигиеническим требованиям и нормативам.

Санитарная техника - совокупность технических средств, применяемых для реализации гигиенических требований и рекомендаций.

Снижение риска - действия, предпринятые для уменьшения вероятности, негативных последствий или того и другого вместе, связанных с риском.

Сочетанное действие - одновременное или последовательное воздействие на организм вредных факторов различной природы (химических, физических и т. п.).

Средства индивидуальной и коллективной защиты работников - технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения.

Средство защиты работающего - средство, предназначенное для предотвращения или уменьшения воздействия на работающего опасных и (или) вредных производственных факторов.

Средство индивидуальной защиты работающего - средство защиты, надеваемое на тело человека или его части или используемое им.

Средство коллективной защиты работающего - средство защиты, конструктивно и (или) функционально связанное с производственным оборудованием, производственным процессом, производственным помещением (зданием) или производственной площадкой.

Статическая работа - процесс сокращения мышц, необходимый для поддержания тела или его частей в пространстве, в частности для поддержания рабочей позы или удержания груза.

Техника безопасности - система организационных и технических мероприятий и средств, направленных на предотвращение воздействия на работающих опасных производственных факторов.

Технический регламент - документ, который принят международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или федеральным законом, или указом Президента Российской Федерации, или постановлением Правительства Российской Федерации и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

ТНС-индекс - эмпирический интегральный показатель (выраженный в °С), отражающий сочетанное влияние температуры воздуха, скорости его движения, влажности и теплового облучения на теплообмен человека с окружающей средой.

Требования безопасности труда - требования, установленные законодательными актами, нормативно-техническими и проектными документами, правилами и инструкциями, выполнение которых обеспечивает безопасные условия труда и регламентирует поведение работающего.

Трудоспособность - состояние человека, при котором совокупность физических, умственных и эмоциональных возможностей позволяет выполнять работу определенного объема и качества.

Трудовая (профессиональная) адаптация - приспособление человека к определенному виду трудовой деятельности в результате морфофункциональных изменений в организме, сопровождающихся выработкой динамического стереотипа, стабилизацией физиологических функций и повышением работоспособности.

Трудовая доминанта - функциональное объединение нервных центров в связи с трудовой деятельностью, характеризующееся устойчивым повышением их возбудимости, необходимым для обеспечения эффективного выполнения работы.

Тяжесть труда - характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность. Тяжесть труда характеризуется физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, характером рабочей позы, глубиной и частотой наклона корпуса, перемещениями в пространстве.

Условия труда - совокупность производственных факторов, формирующихся под воздействием социально-экономических процессов.

Утомление - состояние, сопровождающееся чувством усталости, снижением работоспособности, вызванное интенсивной или длительной деятельностью, выражающееся в ухудшении количественных и качественных показателей работы и прекращающееся после отдыха.

Факторы среды обитания - биологические (вирусные, бактериальные, паразитарные и иные), химические, физические (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук, тепловые, ионизирующие, неионизирующие и иные излучения), социальные (питание, водоснабжение, условия быта, труда, отдыха) и иные факторы среды обитания, которые оказывают или могут оказывать воздействие на человека и (или) на состояние здоровья будущих поколений.

Физиология труда - раздел гигиены труда, изучающий изменения функционального состояния организма человека под влиянием производственной деятельности и разрабатывающий физиологически обоснованные средства организации трудового процесса,

способствующие предупреждению утомления и поддержанию высокого уровня работоспособности.

Физическая работоспособность - потенциальная способность человека проявить максимум физического усилия в статической, динамической или смешанной работе, зависящая от морфологического и функционального состояния разных систем организма. Общая физическая работоспособность (ОФР) оценивается по изменению ЧСС при выполнении не максимальной дозированной нагрузки (PWC170).

Характер труда - особенности трудового процесса (тяжесть, напряженность труда, монотония, гипокинезия и др.), способные при определенных условиях оказать неблагоприятное воздействие на здоровье и работоспособность.

Частная гигиена труда - раздел гигиены труда, комплексно изучающий воздействие условий труда на здоровье и работоспособность человека в отдельных отраслях производства с целью разработки санитарных правил и оздоровительных рекомендаций.

Человеческий фактор - изучаемые психологией труда и социальной психологией личностные особенности человека, определяющие его сущность как субъекта деятельности в различных сферах общественных отношений.

Эргономика - прикладная физиология труда, занимающаяся рационализацией рабочих мест в отношении удобства рабочей позы и расположения орудий труда.

Список используемых источников

1. Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ "Трудовой кодекс Российской Федерации" (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017).
2. Федеральный закон от 30 марта 1999 года № 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения"(ред. с изменениями на 29 июля 2017 года).
3. Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. N 323-ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" (с изменениями на 29 июля 2017 года).
4. ГОСТ 12.0.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения

5. Гигиена труда : учебник / под ред. Н.Ф. Измерова, В.Ф. Кириллова. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 592 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОЙ
ОСВЕЩЕННОСТИ РАБОЧИХ МЕСТ**

Методические указания к проведению лабораторной работы по
дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов очной и
заочной формы обучения всех специальностей и направлений

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *П.Н. Северенчук*

Гигиеническая оценка естественной освещенности рабочих мест: методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М.Попов, Л.В.Шульга, В.В.Протасов. Курск, 2012. 18с.: ил. 2, табл. 2. Библиогр.: с. 11.

Излагаются методические рекомендации по изучению, исследованию и измерению основных показателей естественной освещенности рабочих мест.

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения всех специальностей и направлений.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *А.В.03* Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 1,04. Уч.-изд.л. 0,95. Тираж 50 экз. Заказ *454*. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель лабораторной работы: ознакомиться с гигиеническими требованиями и правилами оценки состояния естественной освещенности рабочих помещений, показателями для их оценки; освоить расчетные методы оценки освещенности; научиться определять состояние освещенности рабочих мест и её соответствие санитарным нормам.

Общие положения

Видимая часть солнечного спектра играет важную роль в жизни человека. Дневной свет оказывает благоприятное влияние на психическое состояние человека. Под его воздействием усиливается обмен веществ в организме, осуществляется синтез некоторых витаминов, улучшаются процессы кроветворения, работа желез внутренней секреции и т.д. Режим освещенности играет существенную роль в регуляции биологических ритмов. Нерациональное освещение вызывает утомление зрительного анализатора, ухудшает координацию движений, снижает производительность труда и может привести к развитию близорукости.

Освещенность рабочих поверхностей представляет собой поверхностную плотность светового потока в данной точке. За единицу освещенности принят люкс (лк), равный освещенности, создаваемой световым потоком в 1 лм (люмен), равномерно распределенным по площади в 1 м².

В зависимости от источника света различаются естественное, искусственное и совмещенное освещения, нормирование которых осуществляется в соответствии со СНиП - 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение".

В соответствии с общепринятыми подходами к организации освещения производственных помещений естественное освещение может быть:

боковым, при котором освещение помещения естественным светом осуществляется через световые проемы в наружных стенах; верхним — естественное освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания; комбинированным — сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Система естественного освещения (боковое, верхнее или комбинированное) выбирается с учетом следующих факторов:

назначения и принятого архитектурно-планировочного, объемно-пространственного и конструктивного решения зданий;

требований к естественному освещению помещений, учитывающих особенности технологии и характера зрительной работы;

климатических и светоклиматических особенностей места строительства;

экономичности естественного освещения.

Верхнее и комбинированное естественное освещение в основном применяется в производственных одноэтажных многопролетных зданиях, в одноэтажных общественных зданиях большой площади (крытые рынки, стадионы и т.п.), а также в зданиях с крупногабаритными технологическими объемами, в частности, производственных транспортных предприятиях, предназначенных для ввода подвижного состава.

Боковое естественное освещение применяется в многоэтажных производственных, общественных и жилых зданиях, а также в одноэтажных общественных и производственных зданиях, в которых отношение глубины помещения к высоте окон над условной рабочей поверхностью (горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола) не превышает 8.

Естественное освещение помещений зависит от светового климата, который состоит из общих климатических условий местности, степени прозрачности атмосферы, а также отражающих способностей окружающей среды. Важное значение имеет также ориентация окон по сторонам света, определяющая инсоляционный режим помещений. В зависимости от ориентации различают три типа инсоляционного режима (табл. 1).

При западной ориентации создается смешанный инсоляционный режим. По продолжительности он соответствует умеренному, по нагреванию воздуха — максимальному инсоляционному режиму. Инсоляционный режим помещений

Таблица 1. Типы инсоляционного режима помещений

Инсоляционный режим	Ориентация по сторонам света	Время инсоляции, ч	Инсолируемая площадь пола помещений, %
Максимальный	ЮВ, ЮЗ	5-6	80
Умеренный	Ю, В	3- 5	40-50

Минимальный	СВ, СЗ	Менее 3	Менее 30
-------------	--------	---------	----------

следует учитывать при строительстве производственных, учебных и других зданий, а также при размещении производственного оборудования.

Состояние естественного освещения зависит от расстояния между зданиями, их высоты и близости зеленых насаждений. Для гигиенической оценки достаточности естественного освещения помещений служат геометрический и светотехнический методы исследований.

Существенными факторами, влияющими на интенсивность и продолжительность естественного освещения помещений, являются величина и форма расположения окон, что и учитывается в таких геометрических показателях, как световой коэффициент (СК) и коэффициент заглибления (КЗ).

Световой коэффициент — это отношение площади застекленной части окон к площади пола данного помещения. Вычисляется СК путем деления величины застекленной поверхности на площадь пола. При этом числитель дроби приводится к единице, для чего и числитель, и знаменатель делят на величину числителя.

$$СК = \frac{S_{\text{окон}}(m^2)}{S_{\text{пола}}(m^2)}$$

Световой коэффициент в детских дошкольных учреждениях должен составлять 1 : 5 — 1 : 6, в учебных помещениях — 1 : 4 — 1 : 5.

Коэффициент заглибления — это отношение расстояния от пола до верхнего края окна к глубине помещения, т.е. к расстоянию от светонесущей до противоположной стены. При вычислении КЗ и числитель, и знаменатель тоже делят на величину числителя. Коэффициент заглибления не должен превышать 2,5, что обеспечивается шириной притоки (20 — 30 см) и глубиной помещения (6 м).

$$КЗ = \frac{h \text{ (высота от пола до верхнего края окна)}(m)}{H \text{ (глубина помещения)}(m)}$$

Однако ни световой коэффициент, ни коэффициент заглубления не учитывают затемнение окон противостоящими зданиями, поэтому дополнительно определяют угол падения и угол отверстия.

Угол падения показывает, под каким углом лучи света падают на горизонтальную рабочую поверхность. Он должен быть равен не менее 27° . Угол падения образуется исходящими из точки измерения (рабочего места) двумя линиями, одна из которых направлена от рабочего места горизонтально в направлении к окну (BC), и линией, проведенной от рабочего места к верхнему краю окна (BA) (рис. 1).

Угол отверстия дает представление о величине видимой части небосвода, освещающего рабочее место. Он должен быть равен не менее 5° .

Угол отверстия — это угол между двумя линиями (рис. 1): линией, проведенной от рабочего места к верхнему краю окна (BA), и воображаемой линией, проведенной от рабочего места к верхней точке противоположного здания (BD), видимого через окно.

Оценка углов падения и отверстия должна проводиться по отношению к самым удаленным от окна рабочим местам.

При светотехническом методе оценки освещения определяют коэффициент естественной освещенности (КЕО) — это выраженное в процентах отношение величины естественной освещенности горизонтальной рабочей поверхности внутри помещения к определенной в тот же самый момент освещенности под открытым небосводом при рассеянном освещении. Освещенность определяется с помощью люксметра (люксметр Ю-116).

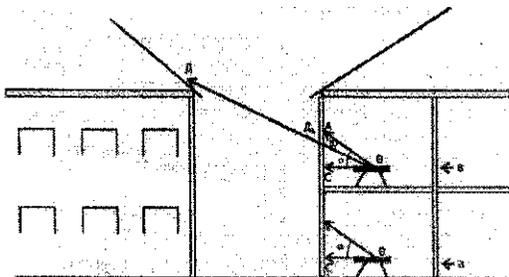


Рис. 1. Углы освещенности (угол падения — α , угол отверстия β)

Нормируемое значение КЕО устанавливается в зависимости от разряда зрительных работ и вида освещения (Приложение 1).

Достаточность естественного освещения в помещении регламентируется: минимальным значением КЕО при системе бокового освещения; средним значением КЕО при системах верхнего и комбинированного освещения.

Для зрительных работ I-III разрядов СНиП 23-05-95 допускает устраивать только совмещенное освещение.

В России в ряде пунктов ведутся систематические измерения наружной освещенности. На основании многолетних наблюдений составлены таблицы и рисунки светового климата для разных светоклиматических районов.

Правила проведения измерений естественной освещенности

Для измерения освещенности следует использовать люкметры с измерительными преобразователями излучения, имеющими спектральную погрешность не более 10 %, определяемую как интегральное отклонение относительной кривой спектральной чувствительности измерительного преобразователя излучения от кривой относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения $V(\lambda)$ по ГОСТ 8.332-78.

Люкметры должны иметь свидетельства о метрологической аттестации и поверке. Аттестация люкметров проводится в соответствии с ГОСТ 8.326-89, поверка — в соответствии с ГОСТ 8.014-72 и ГОСТ 8.023-90.

Измерение КЕО проводят в помещениях, свободных от мебели и оборудования, не затеняемых озеленением и деревьями, при вымытых и исправных светопрозрачных заполнениях в светопроемах. Измерение КЕО может также производиться при наличии мебели, затенении деревьями и неисправных или невымытых светопрозрачных заполнениях, что должно быть зафиксировано при оформлении результатов измерений.

Для измерения КЕО выбирают дни со сплошной равномерной десятибалльной облачностью, покрывающей весь небосвод. В районах, расположенных южнее 48° с. ш., измерения КЕО допускается проводить без учета балльности в дни сплошной облачности,

покрывающей весь небосвод. Электрический свет в помещениях на период измерений выключается.

Перед измерениями выбирают и наносят контрольные точки для измерения освещенности на план помещения, сооружения или освещаемого участка.

Контрольные точки 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. В число контрольных точек должна входить точка, в которой нормируется освещенность согласно действующим нормам.

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). При этом фотозащитный люксметр следует располагать не ближе 10 м от здания. Результаты измерений заносят в протокол.

Коэффициент естественной освещенности e , %, определяют по формуле

$$e = (E_{вн} / E_{нар}) \cdot 100$$

где $E_{вн}$ - значение естественной освещенности внутри помещения, лк;

$E_{нар}$ - значение естественной освещенности вне помещения, лк.

Естественное освещение помещений соответствует норме, если в точке нормирования коэффициент естественной освещенности $e \geq e_n$, где e_n - нормированное значение КЕО.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. Исследование естественной освещенности в лаборатории

Исследование естественной освещенности в лаборатории проводится с целью определения величины КЕО в зависимости от расстояния до светового проема в наружной стене здания.

Для исключения влияния на КЕО изменения во времени наружной освещенности исследования целесообразно проводить с помощью двух люксометров. Один люксметр устанавливается снаружи здания для измерения E_n , а другой - внутри помещения для измерения $E_{вн}$. Одновременность измерений в каждой точке достигается по сверенным часам.

При наличии одного люксметра измерение освещенности следует проводить в следующей последовательности:

выключить искусственное освещение в помещении;

установить люксметр снаружи здания и измерить освещенность, создаваемую небосводом (E_n);

измерить освещенность внутри помещения ($E_{вн}$) в нескольких точках, начиная с расстояния 1 м от внутренней стены комнаты. Результаты занести в таблицу 2;

рассчитать КЕО для каждой точки измерения.

На основании полученных значений КЕО построить график зависимости $e = f(R)$.

Таблица 2

Результаты исследования естественной освещенности

№ п/п	Расстояние от светового проема, м	$E_{нар}$, лк	$E_{вн}$, лк	КЕО, %	Разряд зрительной работы	Нормируемое значение КЕО
1						
2						
3						
...						

По СНиП 23-05-95 определить разряд работы и наименьший размер объекта различения, который приходится наблюдать студенту в ходе учебных занятий. Оценить соответствие установленных значений естественной освещенности в точках контроля предъявляемым требованиям (Приложение 2).

Сделать общий вывод о соответствии уровня естественной освещенности учебной аудитории предъявляемым гигиеническим

требованиям. В случае её несоответствия требованиям сформулировать предложения по оптимизации условий учебной деятельности.

Задание 2. Определение расчетных показателей естественной освещенности аудитории

Определить следующие косвенные показатели естественной освещенности, сравнить полученные величины с нормативами и сделать вывод о характере освещенности в аудитории:

- световой коэффициент (СК);
- коэффициент заложения (КЗ);
- угол падения;
- угол отверстия.

Для определения светового коэффициента при помощи мерной ленты измерить площадь остекленной части всех окон (без оконных переплетов) и суммировать полученные величины (s). Затем измерить площадь пола (S) и рассчитать СК.

С помощью рулетки измерить расстояние от своего рабочего места горизонтально до окна и расстояние от рабочего места до верхнего края окна, т. е. определить стороны треугольника ABC (рис. 1) и с помощью таблицы натуральных значений тангенсов определить угол падения света (α , или ABC).

Для определения угла отверстия на каждом рабочем месте с помощью рулетки измерить расстояния:

BC — от исследуемой точки рабочего места до окна;

ВД₁ — от исследуемой точки рабочего места до точки пересечения на стекле линии, мысленно проведенной от той же точки рабочего места до наивысшей точки противоположного здания;

АД₁ — расстояние от горизонтальной проекции исследуемой точки рабочего места на стекле до верхнего края окна.

Затем, по таблице натуральных значений тангенсов (Приложение 3), определяется угол Д₁BC и рассчитывается угол отверстия АВД₁ (β).

Содержание отчета

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Краткое описание методики исследований

4. Результаты экспериментальных данных и их обработку.
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. Какая ориентация окон является наиболее неблагоприятной для учебных помещений? Почему?
2. Какие показатели дают возможность оценить условия естественного освещения помещений в целом?
3. Какие показатели характеризуют уровень естественного освещения на рабочем месте? Дайте их определения.
4. Дайте определение светотехнического показателя естественного освещения помещения.
5. Каким прибором измеряют уровень освещения?

Библиографический список

1. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»
2. ГОСТ 24940-96. Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.
3. ГОСТ 8.014-72 ГСИ. Методы и средства поверки фотоэлектрических люкметров
4. ГОСТ 8.023-90 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений световых величин непрерывного и импульсного излучений
5. ГОСТ 8.326-89 ГСИ. Метрологическая аттестация средств измерений
6. ГОСТ 8.332-78 ГСИ. Световые измерения значения относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения
7. Глебова Е.В. Производственная санитария и гигиена труда: Учеб. Пособие для вузов./ Е.В.Глебова. – М.: Высш. Шк., 2005. – 383 с.
8. Занько Н.Г., Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Лабораторный практикум: Учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений / Н.Г.Занько, В.М.Ретнев. – М.: Изд. Центр «Академия», 2005. – 256 с.
9. Пивоваров Ю.П. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене и основам экологии человека: Учеб. Пособие для студ. Высш.

Учеб. Заведений / Ю.П.Пивоваров, В.В.Королик. – М.: Изд. Центр «Академия», 2006. – 512 с.

10. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль: Руководство. В 2-х т. / Н.Ф.Имеров, Г.А.Суворова, Н.А.Куралесин и др. Т. 1. – М.: Медицина, 1999. – 326 с.; Т. 2. – М.: Медицина, 1999. – 440 с.

11. Болыпшаков А.М. Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене. – М.: медицина, 2004. – 165 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Требования к освещению помещений промышленных предприятий (СниП 23-05-95)

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение		
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО e_k , %				
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	всего			в том числе от общего	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
									P	K_n , %					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Наивысшей точности	Менее 0,15		а	Малый	Темный	5000	500	-	20	10					
						4500	500	-	10	10					
		1	б	Малый	Средний	4000	400	1250	20	10			6,0	2,0	
					Средний	Темный	3500	400	1000	10					10
				в	Малый	Светлый	2500	300	750	20					10

				Средний	Средний										
				Большой	Темный	2000	200	600	10	10					
			г	Средний	Светлый	1500	200	400	20	10					
				Большой	"										
				"	Средний	1250	200	300	10	10					
Очень точности	высокой	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	-	20	10	-	-	4,2	1,5
							3500	400	-	10	10				
				б	Малый	Средний	3000	300	750	20	10				
							Средний	Темный	2500	300	600				
				в	Малый	Светлый	2000	200	500	20	10				
							Средний	Средний							
				Большой	Темный	1500	200	400	10	10					
						г	Средний	Светлый	1000	200	300				
				Большой	"	Средний	750	200	200	10	10				
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Темный	2000	200	500	40	15					
						1500	200	400	20	15					
			III	б	Малый	Средний	1000	200	300	40	15	-	-	3,0	1,2
		Средний					Темный	750	200	200	20				
		в		Малый	Светлый	750	200	300	40	15					

				Средний	Средний										
				Большой	Темный	600	200	200	20	15					
			г	Средний	Светлый	400	200	200	40	15					
				Большой	"										
				"	Средний										
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9	
						б	Малый	Средний	500	200					200
			Средний	Темный											
					в	Малый	Светлый								
			Средний	Средний	400	200	200	40	20						
					Большой	Темный									
			г	Средний	Светлый										
						Большой	"	-	-	200					40
			"	Средний											
					а	Малый	Темный	400	200	300					40
Малой точности	Св. 1 до 5	V	б	Малый	Средний	-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6	
		Средний	Темный												
		в	Малый	Светлый											
			Средний	Средний	-	-	200	40	20						
			Большой	Темный											

			г	Средний	Светлый								
				Большой	"	-	-	200	40	20			
				"	Средний								
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же	-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное периодическое при постоянном пребывании людей в помещении периодическое при периодическом пребывании людей в помещении Общее наблюдение за инженерными коммуникациями		VIII	а	"	-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	"	-	-	75	-	-	1	0,3	0,7	0,2
			в	"	-	-	50	-	-	0,7	0,2	0,5	0,2
		VIII	г	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	-	-	20	-	-	0,3	0,1	0,2	0,1

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Нормируемые показатели освещения основных помещений общественных, жилых и вспомогательных зданий

Помещения	Плоскость (Г - горизонтальная, В - вертикальная) нормирования освещенности и КЕО, высота плоскости над полом, м	Разряд и под-разряд зрительной работы	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
			Освещенность рабочих поверхностей, лк					КЕО e_n , %		КЕО e_n , %	
			при комбинированном освещении	при общем освещении	Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности %, не более	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	11	12
Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории в техникумах и высших учебных заведениях	Г-0,8 на рабочих столах и партах	А-2	-	400	-	40	10	3,5	1,2	2,1	0,7
Кабинеты информатики и вычислительной техники	В-1,0 (на экране дисплея)	Б-2	-	200	-	-	-	-	-	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Натуральные значения тангенсов

Градусы	Тангенсы	Градусы	Тангенсы	Градусы	Тангенсы
1	0,01	16	0,287	31	0,601
2	0,035	17	0,306	32	0,625
3	0,052	18	0,325	33	0,649
4	0,070	19	0,344	34	0,675
5	0,087	20	0,364	35	0,700
6	0,105	21	0,384	36	0,727
7	0,123	22	0,404	37	0,734
8	0,141	23	0,424	38	0,781
	0,158	24	0,445	38	0,810
10	0,176	25	0,466	40	0,839
11	0,194	26	0,488	41	0,869
12	0,213	27	0,510	42	0,900
13	0,231	28	0,532	43	0,933
14	0,249	29	0,554	44	0,966
15	0,268	30	0,577	45	1,000

Тангенсом острого угла в прямоугольном треугольнике называется отношение катета этого треугольника, лежащего против угла, к катету треугольника, прилежащего к углу.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

проректор по учебной работе

Кудряшов

2012 г.

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСКУССТВЕННОГО
ОСВЕЩЕНИЯ РАБОЧИХ МЕСТ**

Методические указания к проведению лабораторной работы по
дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов очной и
заочной формы обучения всех специальностей и направлений

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *П.Н. Северенчук*

Гигиеническая оценка искусственного освещения рабочих мест: методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М.Попов, Л.В.Шульга, В.В.Протасов. Курск, 2012. 19с.: табл. 5. Библиогр.: с. 16.

Излагаются методические рекомендации по изучению и измерению основных показателей искусственной освещенности рабочих мест.

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения всех специальностей и направлений.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 1,10. Уч.-изд.л. 1,00. Тираж 50 экз. Заказ 456. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель лабораторной работы: ознакомиться с основными светотехническими величинами, определяющими условия работы на рабочих местах, видами искусственного освещения, требованиями санитарных норм на производственное освещение, методами и приборами для исследования светотехнических характеристик источников света, светильников и систем освещения.

1. Общие положения

Основные светотехнические величины

Освещение и световая среда характеризуется следующими параметрами.

Световой поток (Φ) — часть электромагнитной энергии, которая излучается источником в видимом диапазоне. Поскольку световой поток — это не только физическая, но и физиологическая величина, так как характеризует зрительное восприятие, для него введена специальная единица измерения люмен (лм).

Сила света (I). Так как источник света может излучать свет по различным направлениям неравномерно, вводится понятие силы света как отношения величины светового потока, распространяющегося от источника света в некотором телесном угле W , измеряемом встерадианах (ср), к величине этого телесного угла

$$I = \Phi / W.$$

Единица силы света — кандела (кд) — это световой поток в люменах (лм), испускаемый точечным источником в телесном угле 1 ср (лм/ср). Телесный угол определяется отношением площади S , вырезаемой им из сферы произвольного радиуса R , к квадрату последнего:

$$W = S / R^2.$$

Полный телесный угол пространства, окружающего точку, равен 4π ср, телесный угол каждой из полусфер (верхней и нижней) равен 2π ср.

Солнце и искусственные источники света — это первичные источники светового потока, т. е. источники, в которых генерируется электромагнитная энергия. Однако существуют вторичные источники — это поверхности объектов, от которых свет отражается.

Коэффициентом отражения (r) называется доля светового потока $\Phi_{\text{пад}}$, падающего на поверхность, которая отражается от нее.

$$r = \Phi_{\text{отр}} / \Phi_{\text{пад}}$$

Величина же светового потока, отраженного поверхностью предмета $\Phi_{\text{отр}}$ и распространяющегося в некотором телесном угле W , отнесенная к величине этого угла и площади S отражающей поверхности, называется яркостью (L) объекта. По сути — это сила света, излучаемая поверхностью, отнесенная к площади этой поверхности.

Яркость измеряется в кд/м².

Зрительное восприятие в основном определяется яркостью L равномерно светящейся плоской поверхности площадью 1 м^2 в перпендикулярном к ней направлении при силе света 1 кд . В общем случае яркость определяется по уравнению

$$L = L_0 / (\cos \alpha),$$

где α — угол, под которым рассматривается поверхность.

Чем больше яркость объекта, тем больший световой поток от него поступает в глаз и тем сильнее сигнал, поступающий от глаза в зрительный центр. Таким образом, казалось бы, чем больше яркость, тем лучше человек видит объект. Однако это не совсем так. Если поверхность (фон), на которой располагается объект, имеет близкую к объекту по величине яркость, то интенсивность засветки участков сетчатки световым потоком, поступающим от фона и объекта, одинакова (или слабо различается), величина поступающих в мозг сигналов одинакова, и объект на фоне становится неразличимым.

Чтобы объект был хорошо виден, яркости объекта и фона должны различаться. Разница между яркостями объекта $L_{\text{об}}$ фона $L_{\text{ф}}$, отнесенная к яркости фона, называется контрастом.

$$K = (L_{\text{об}} - L_{\text{ф}}) / L_{\text{ф}}$$

Величина контраста берется по модулю.

Если объект резко выделяется на фоне (например, черная линия на белом листе), контраст считается большим, при среднем контрасте объект и фон заметно различаются по яркости. При малом контрасте объект слабо заметен на фоне (например, линия бледно-желтого цвета на белом

листе). При $K < 0,2$ контраст считается малым, при $K = 0,2 \dots 0,5$ контраст средний, а при $K > 0,5$ — большим.

Величина яркости объекта тем больше, чем больше коэффициент отражения и падающий на поверхность световой поток.

Световые свойства поверхностей характеризуются коэффициентами отражения, пропускания и поглощения. Указанные коэффициенты — это доля светового потока, которая соответственно отражается, пропускается или поглощается поверхностью.

Для характеристики интенсивности светового потока, падающего на поверхность от источника света, введена величина, получившая название освещенности.

Освещенность (E) — это отношение падающего на поверхность светового потока $\Phi_{\text{пад}}$ к величине площади этой поверхности S

$$E = \Phi_{\text{пад}} / S$$

Измеряется освещенность в люксах (лк) — лм/м². Освещенность поверхности не зависит от ее световых свойств.

Таким образом, чем больше освещенность и контраст, тем лучше виден объект, а, следовательно, меньше нагрузка на зрение. Следует обратить внимание на то, что слишком большая яркость отрицательно воздействует на зрение. Как правило, большая яркость связана не со слишком большой освещенностью, а с очень большими коэффициентами отражения (например, зеркальным отражением). При большой яркости имеет место слишком интенсивная засветка сетчатки и возникает явление ослепленности. Такое явление, например, возникает, если смотреть на раскаленную нить лампы накаливания, обладающей большой яркостью.

Поверхности, яркость которых в отраженном или пропущенном свете одинакова во всех направлениях, называются диффузными.

Близки по свойствам к диффузным поверхностям и приравниваются к последним в отраженном свете матовые поверхности бумаги, ткани, дерева, побеленные поверхности, штукатурка, в пропущенном свете — только молочные стекла.

Одной из характеристик, характеризующей зрительную работу, является фон — поверхность, на которой происходит различение объекта, с которым работает человек. Фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на нее свет. Отражательная способность определяется коэффициентом отражения — ρ . В зависимости от цвета и фактуры поверхности значения коэффициента отражения ρ изменяются в

широких пределах — 0, 02. ..0, 95. Фон считается светлым при $\rho > 0,4$; средним при значениях ρ в диапазоне 0, 2.. .0,4 и темным при $\rho < 0,2$.

Важной характеристикой, от которой зависит требуемая освещенность на рабочем месте, является размер объекта различения — минимальный размер наблюдаемого объекта (предмета), отдельной его части или дефекта, которые необходимо различать при выполнении работы. Например, при написании или чтении текста, чтобы видеть текст, необходимо различать толщину линии буквы — поэтому толщина линии и будет размером объекта различения при написании или чтении текста. Размер объекта различения определяет характеристику работы и ее разряд. Например, при размере объекта менее 0,15 мм разряд работы наивысшей точности (I разряд), при размере 0,15. ..0,3 мм — разряд очень высокой точности (II разряд); 0,3. ..0,5 мм — разряд высокой точности (III разряд) и т. д. При размере более 5 мм — грубая работа.

Очевидно, чем меньше размер объекта различения (выше разряд работы) и меньше контраст объекта различения с фоном, на котором выполняется работа, тем больше требуется освещенность рабочего места, и наоборот.

Виды искусственного освещения

Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых недостаточно естественного света, или для освещения помещения в часы суток, когда естественная освещенность отсутствует.

Искусственное освещение может быть общим (все производственные помещения освещаются однотипными светильниками, равномерно расположенными над освещаемой поверхностью и снабженными лампами одинаковой мощности) и комбинированным (к общему освещению добавляется местное освещение работ мест светильниками, находящимися у аппарата, станка, приборов и т. д.). Использование только местного освещения недопустимо, так как резкий контраст между ярко освещенными и неосвещенными участками утомляет глаза, замедляет процесс работы и может послужить причиной несчастных случаев и аварий.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на рабочее, дежурное, аварийное и охранное. Рабочее освещение обязательно во всех помещениях и на освещаемых территориях для обеспечения нормальной работы людей и движения транспорта. Дежурное освещение включается во вне рабочее время.

Аварийное освещение предусматривается для обеспечения минимальной освещенности в производственном помещении на случай внезапного отключения рабочего освещения.

Охранное освещение предусматривается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время.

2. Методы контроля параметров освещения

Искусственное освещение оценивают по уровню освещенности горизонтальной поверхности на рабочем месте в соответствии с методическими указаниями «Оценка освещения рабочих мест».

Для измерения освещенности согласно ГОСТ 24940-96 следует использовать люксметры с измерительными преобразователями видимого излучения, имеющими спектральную погрешность не более 10%.

Все применяемые средства измерения в обязательном порядке должны иметь свидетельства о метрологической аттестации и проверке. Перечень рекомендуемых приборов для оценки параметров освещения, занесенных в Госреестр средств измерений, приведен в табл. 1. Аттестация люксметров проводится в соответствии с Гост 8.326-89, поверка — в соответствии с ГОСТ 8.014-72 и ГОСТ 8.023-90.

Таблица 1

Перечень средств измерений для оценки освещенности

№п/п	Наименование прибора	Технические характеристики		
		Пределы измерений, лк	Питание	Масса, кг
1	Люксметр типа «Кварц-21»	0,1. ..100 000	Сеть 220 В, 50 Гц.	0,6
2	Люксметр типа «Аргус-01»	0... 200 000	Автономное	0,25
3	Люксметр типа Ю-116	5.. .100 000	Автономное	1,75
4	Люксметр Ю-117	0,1. ..100 000	Автономное	2,0

Принцип действия наиболее широко применяемых люкметров Ю-116 и Ю-117 основан на фотоэлектрическом эффекте. В качестве фотоэлемента используется селеновый фотоэлемент, так как его спектральная чувствительность близка к спектральной чувствительности глаза человека. При освещении поверхности фотоэлемента световым потоком в нем возникает фототок, величина которого пропорциональна плотности светового потока.

Регистрирующей частью является чувствительный гальванометр, отградуированный непосредственно в люксах.

Контрольные точки для измерения минимальной освещенности от рабочего освещения размещают в центре помещения, под светильниками, между светильниками и их рядами, у стен на расстоянии $0,15 - 0,25l$, но не менее 1 м, где l - расстояние между рядами светильников.

Для определения контрольных точек план помещения разбивают на равные, по возможности квадратные, части. Контрольные точки размещают в центре каждого квадрата. Минимальное число контрольных точек для измерения определяют исходя из размеров помещения и высоты подвеса светильников над рабочей поверхностью. Для этого рассчитывают индекс помещения i' по формуле

$$i' = a b / h_0 (a + b)$$

где a – ширина помещения, м; b – длина помещения, м;

h_0 – высота подвеса светильника, м.

Минимальное количество контрольных точек N для измерения средней освещенности квадратного помещения определяют по таблице 2.

При размещении контрольных точек на плане помещения их сетка не должна совпадать с сеткой размещения светильников. В случае совпадения сеток число контрольных точек на плане помещения целесообразно увеличить.

При расположении в помещении крупногабаритного оборудования контрольные точки не должны располагаться на оборудовании. Если контрольные точки попадают на оборудование, сетку контрольных точек следует сделать более частой и исключить точки, попадающие на оборудование.

Таблица 2
Количество контрольных точек измерений освещенности для различных значений индекса помещения

Индекс помещения	Число точек измерения
Менее 1	4
От 1 до 2 включительно	9
Свыше 2 до 3 включительно	16
Свыше 3	25

Измерение освещенности при рабочем и аварийном освещении следует производить в темное время суток, когда отношение естественной освещенности к искусственной составляет не более 0,1, измерение освещенности при эвакуационном освещении – когда значение естественной освещенности не превышает 0,1 лк.

В начале и конце измерений следует измерить напряжение на щитах распределительных сетей освещения.

Если освещение определяют днем, то вначале следует измерить освещенность, создаваемую смешанным освещением (естественным и искусственным), а затем при выключенном искусственном освещении. Разность между полученными данными составит величину освещенности, создаваемую искусственным освещением.

При проведении измерений освещенности рабочих мест необходимо соблюдать следующие требования:

на измерительный фотометрический датчик не должна падать тень от человека;

измерительный прибор не должен располагаться вблизи сильных магнитных полей.

Освещенность на рабочем месте определяют прямыми измерениями в плоскости, указанной в нормах освещенности, или на рабочей плоскости оборудования.

При комбинированном освещении рабочих мест освещенность измеряют сначала от светильников общего освещения, затем включают светильники местного освещения в их рабочем положении и измеряют суммарную освещенность от светильников общего и местного освещения.

Результаты измерений освещенности оформляют в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Если освещение определяют днем, то вначале следует измерить освещенность, создаваемую смешанным освещением (естественным и искусственным), а затем при выключенном искусственном освещении. Разность между полученными данными составит величину освещенности, создаваемую искусственным освещением.

Измерение яркости рабочих поверхностей для определения соответствия ее установленным нормам производится в соответствии с ГОСТ 26824-86 «Здания и сооружения. Методы измерения яркости». Для измерения яркости применяются яркомеры ЯРМ-3, ЯСО-1, Агрус 02 и другие.

Показатель ослепленности и коэффициент пульсации определяются расчетными методами.

3. Описание лабораторной установки

Для экспериментального исследования искусственной освещенности на рабочей поверхности в зависимости от различных факторов применяется специальная установка. Установка включает в себя исследуемый светильник местного освещения «Альфа», штатив, позволяющий изменять высоту подвеса светильника над рабочей поверхностью, измерительный блок люксметра, селеновый фотоэлемент люксметра Ю-116. Лампа светильника включается в сеть электропитания 220 В через ЛАТР. Высота подвеса светильника определяется по расстоянию от уровня нити накала лампы до рабочей поверхности стола. Все приборы размещены в специальной затемненной комнате, позволяющей исключить влияние естественной освещенности на получаемые результаты измерений.

4. Порядок выполнения работы

Перед началом выполнения экспериментальных исследований студенты должны ознакомиться с правилами техники безопасности при проведении работ в данной лаборатории и изучить Инструкцию по эксплуатации люксметра Ю-116.

Задание № 1. Исследовать освещенность на рабочей поверхности в зависимости от напряжения на светильнике и высоты его подвеса.

Светильник располагается на высоте 300 мм от рабочей поверхности стола.

Изменяя напряжение на светильнике с помощью ЛАТРа измерить освещенность E люксметром. При этом фотоэлемент устанавливают под светильником на рабочей поверхности. Результаты измерений занести в таблицу 3.

Таблица 3

Напряжение, В	40	80	120	160	200	220
Освещенность, лк						

Подготовить и заполнить таблицу 4 установив на ЛАТРе напряжение 220 В, изменяя высоту подвеса светильника над рабочей поверхностью от 300 до 550 мм.

Таблица 4

Значения освещенности при различной высоте подвеса светильника

Высота подвеса светильника, мм	300	350	400	450	500
Освещенность, лк					

По данным таблицы 3 и 4 построить графики зависимости уровня освещенности от исследуемых параметров.

Задание 2. Исследование распределения освещенности в продольной плоскости

Светильник располагается на высоте 300 мм от рабочей поверхности стола. Напряжение на ЛАТРе 220 В. Фотоэлемент люксметра устанавливают на рабочей поверхности стола под лампой накаливания (точка 0).

Затем производят измерение уровня освещенности перемещая фотоэлемент по рабочей поверхности стола на расстояние 100, 150, 200, 250 и 300 мм от 0 точки.

Аналогичным образом производят измерения освещенности рабочей поверхности, устанавливая высоту подвеса светильника на отметках 350, 400, 450 и 500 мм.

Полученные результаты заносят в таблицу 5.

Таблица 5

Исследование распределения освещенности в продольной плоскости

Высота подвеса светильника, мм	Освещенность рабочей поверхности на расстоянии от «0» точки, мм					
	0	100	150	200	250	300
			0	0	0	00
300						
350						
400						
450						
500						

Задание 3. Исследование освещенности рабочей поверхности в зависимости от угла ее наклона

Светильник располагается на высоте 300 мм от рабочей поверхности стола. Напряжение на ЛАТРе 220 В. Фотоэлемент люксметра устанавливают на рабочей поверхности стола на расстоянии 300 мм от «0» точки. Включают лампу накаливания и измеряют освещенность рабочей поверхности в горизонтальной плоскости.

Проводят измерение освещенности рабочей поверхности изменяя угол наклона фотоэлемента люксметра в вертикальной плоскости от 0° до 90° через каждые 15°. Угол наклона рабочей плоскости фотоэлемента определяют с помощью транспортира.

Полученные результаты заносят в таблицу 6.

Таблица 6

Результаты исследования освещенности на наклонной плоскости

Угол наклона рабочей поверхности, градус	0	15	30	45	60	75	90
Освещенность, лк							

Задание 4. Оценка соответствия уровня искусственной освещенности рабочих мест персонала инструментального цеха требуемым нормам

В соответствии с планом проведения инспекторского контроля освещенности рабочих мест в инструментальном цехе произведено измерение показателей освещенности в 16 точках. Размер цеха: длина – 20 м, ширина 12 м. Высота свеса светильников 3,6 м. Уровень освещенности в контролируемых точках: 215 лк – 4 точки; 209 лк – 4 точки, 209 лк – 2 точки и 195 лк – 6 точек. Напряжение на щите распределительной сети в начале измерений 215 в в конце измерений – 227 в. Наименьший размер объектов различения 0,4 мм. Контраст объекта с фоном – средний. Характеристика фона – темный.

Оценить соответствие уровня средней освещенности рабочих мест предъявляемым требованиям. Заполнить протокол (Приложение 2).

Задание 5. Оценка соответствия уровня средней освещенности рабочих мест студентов в учебной аудитории

Произвести измерения и расчет средней освещенности рабочих (учебных) мест студентов в учебной аудитории. Оценить соответствие средней освещенности рабочих мест предъявляемым требованиям

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Теоретическую часть, включающую общие сведения об искусственной освещенности рабочих мест, основных светотехнических величинах, методах и приборах, применяемых в этих целях.
4. Результаты исследования горизонтальной освещенности в зависимости от напряжения в электрической сети и высоты подвеса светильника (табл. 3 и 4).
5. Результаты исследования освещенности распределения освещенности в продольной плоскости (табл. 5).
6. Графики зависимости уровня освещенности от исследуемых параметров (задание 2)

7. Результаты исследования освещенности рабочей поверхности в зависимости от угла ее наклона (табл. 6) и график зависимости $E = f(\alpha)$.
8. Результаты расчетов соответствия уровня средней освещенности (задания 4 и 5) предъявляемым требованиям
9. Выводы по результатам исследований.

Контрольные вопросы

1. Что такое освещенность поверхности, в чем она измеряется?
2. Основные светотехнические величины.
3. Системы и виды производственного освещения.
4. Влияние параметров световой среды на здоровье и работоспособность человека.
5. В чем преимущества и недостатки газоразрядных ламп по сравнению с лампами накаливания?
6. Почему для газоразрядных ламп установлены более высокие нормы освещенности, чем для ламп накаливания при одном и том же разряде зрительной работы? Почему эти нормы выше для комбинированного освещения по сравнению с общим?
7. Какие правила необходимо соблюдать при измерении освещенности люксметром?

Список использованных источников

1. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Естественное и искусственное освещение СНиП 23-05-95/Минстрой России, М., 1995, 35 с.
2. Производственная санитария и гигиена труда: Учебное пособие для вузов/ Е.В.Глебова — М.: Высшая школа, 2005. - 383 с.
3. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4-е/Под общей ред. С. В Белова. — М.: Высшая школа, 2004. ~ 606 с.
4. Безопасность и охрана труда: Учебное пособие для вузов/Под ред. О. Н. Русака. - СПб.: МАНЭБ, 2001. - 279 с.
5. Руководство. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль. Т. 1, Т. 2 / Измеров Н. Ф., Суворов Г. А., Куралесина Н. А. — М.: Медицина, 1999. — 764 с.
6. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Лабораторный практикум: Учеб. пособие для студ. высш.

учеб. заведений / Н.Г.Занько, В.М.Ретнев. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 256 с.

7. ГОСТ 24940-96. Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.
8. ГОСТ 8.014-72 ГСИ. Методы и средства поверки фотоэлектрических люксметров
9. ГОСТ 8.023-90 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений световых величин непрерывного и импульсного излучений
10. ГОСТ 8.326-89 ГСИ. Метрологическая аттестация средств измерений

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Требования к освещению помещений промышленных предприятий (СниП 23-05-95)

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещенность, лк		
						при системе комбинированного освещения	при системе освещения	общего
						всего	в том числе от общего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	-
						3500	400	-
				Средний	Средний	3000	300	750
					Темный	2500	300	600

Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	в	Малый	Светлый	2000	200	500					
					Средний	Средний							
					Большой	Темный	1500	200	400				
				г	Средний	Светлый	1000	200	300				
						Большой	"						
						"	Средний	750	200	200			
				а				Малый	Темный	2000	200	500	
										1500	200	400	
								б	Малый	Средний	1000	200	300
									Средний	Темный	750	200	200
								в	Малый	Светлый	750	200	300
										Средний	Средний		
Большой	Темный	600	200						200				

			г	Средний	Светлый	400	200	200
				Большой	"			
				"	Средний			
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	300
			б	Малый	Средний	500	200	200
				Средний	Темный			
			в	Малый	Светлый			
				Средний	Средний	400	200	200
				Большой	Темный			
			г	Средний	Светлый			
				Большой	"	-	-	200
				"	Средний			
Малой точности	Св. 1 до 5		а	Малый	Темный	400	200	300

		V	б	Малый	Средний	-	-	200
				Средний	Темный			
			в	Малый	Светлый			
				Средний	Средний	-	-	200
				Большой	Темный			
			г	Средний	Светлый			
				Большой	"	-	-	200
				"	Средний			

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



Методические указания к проведению практической работы
по дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда»
автор: Кудряшов
2011 г.

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ
УСЛОВИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ И ИХ
ВЛИЯНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

Методические указания к проведению практического занятия
по дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда» для
студентов специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в
техносфере»

Курск 2011

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, В.А. Аксенов,
А.Н. Барков

Рецензент

доцент кафедры «Охрана труда и окружающей среды»
П.Н. Северенчук

Гигиеническая оценка метеорологических условий в производственных помещениях и их влияния на организм человека: методические указания к проведению практической работы / Юго-Зап. гос. ун-т., сост.: В.М. Попов, Л.В. Шульга, В.А. Аксенов, А.Н. Барков; Курск, 2011. 20 с. : табл. 8. Библиогр.: с. 14.

Излагаются методические рекомендации по оценке влияния параметров метеорологических условий на рабочих местах на организм человека.

Методические указания предназначены для студентов специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 24.02.11. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 1.2. Уч.-изд.л. 1.0. Тираж 50 экз. Заказ 44. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября

Цель работы:

ознакомиться с расчетными методами оценки влияния метеорологических факторов среды на теплообмен организма человека.

провести гигиеническую оценку микроклимата рабочих мест (ситуационные задачи).

Общие положения

Метеорологические условия в гигиеническом отношении представляют собой комплекс физических факторов окружающей среды, влияющих на состояние организма и его теплообмен. На формирование производственного микроклимата влияют технологический процесс, климат местности, сезон года, условия отопления и вентиляции.

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Если работа выполняется на открытом воздухе, то метеорологические условия определяются климатическим поясом и сезоном года. Однако и в этом случае в рабочей зоне создается определенный микроклимат. Гигиеническое значение показателей микроклимата заключается в основном в их влиянии на тепловое равновесие организма.

Организм отдает тепло в обычных условиях за счет теплоизлучения, теплопроводения и испарения с поверхности кожи. Высокая температура воздуха в сочетании с повышенной относительной влажностью затрудняет отдачу тепла способами проведения и испарения, вследствие чего организм может перегреться. При низкой температуре влажность воздуха, наоборот, способствует его охлаждению, так как увеличивается отдача тепла способом проведения (по сравнению с сухим воздухом вода имеет

значительно большую теплопроводность и теплоемкость). Увеличение скорости движения воздуха, как правило, способствует теплоотдаче способами проведения и испарения за исключением случаев, когда воздух насыщен водяными парами и имеет температуру выше температуры поверхности тела.

Ориентировочно оценить теплообмен человека с окружающей средой позволяют эмпирические уравнения для расчета теплопродукции и теплоотдачи, составляющих тепловой баланс.

Уравнение теплового баланса «человек - окружающая среда» впервые было предложено профессором И.И. Флавицким в 1884 г.

$$Q_{\text{чел}} = Q_{\text{конв}} + Q_{\text{конд}} + Q_{\text{изл}} + Q_{\text{исп}} + Q_{\text{дых}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{чел}}$ - тепло, выделяемое человеком (теплопродукция); $Q_{\text{конв}}$ - теплоотдача конвекцией; $Q_{\text{конд}}$ - теплоотдача за счет теплопроводности через одежду; $Q_{\text{изл}}$ - теплоотдача излучением на окружающие поверхности; $Q_{\text{исп}}$ - теплоотдача испарением влаги (пота) с поверхности кожи; $Q_{\text{дых}}$ - теплоотдача вследствие нагревания вдыхаемого воздуха.

Преобладание того или иного процесса теплоотдачи зависит от температуры среды, скорости движения воздуха, относительной влажности, атмосферного давления, температуры окружающих предметов и интенсивности физической нагрузки организма.

Физиологическое воздействие метеорологических факторов на организм человека

В процессе работы в организме человека могут формироваться различные тепловые состояния.

Под тепловым состоянием человека понимают функциональное состояние, характеризующееся содержанием и распределением тепла в глубоких ("ядро") и поверхностных ("оболочка") тканях организма, а также степенью напряжения механизмов терморегуляции.

Напряжение механизмов терморегуляции - активация реакций различных систем организма, направленных на сохранение температурного гомеостаза, оцениваемых по степени их выраженности. Тепловое состояние человека, формирующееся при

этом, подразделяется на оптимальное, допустимое, предельно допустимое и недопустимое.

Оптимальное тепловое состояние человека характеризуется отсутствием общих и/или локальных дискомфортных теплоощущений, минимальным напряжением механизмов терморегуляции, оцениваемым по показателям и критериям, представленным в Приложении 1, и является предпосылкой длительного сохранения высокой работоспособности.

Допустимое тепловое состояние человека характеризуется незначительными общими и/или локальными дискомфортными теплоощущениями, сохранением термостабильности организма в течение всей рабочей смены при умеренном напряжении механизмов терморегуляции, оцениваемом по показателям и критериям, представленным в Приложении 2. При этом может иметь место временное (в течение рабочей смены) снижение работоспособности, но не нарушается здоровье (в течение всего периода трудовой деятельности).

Предельно допустимое тепловое состояние человека характеризуется выраженными общими и/или локальными дискомфортными теплоощущениями, значительным напряжением механизмов терморегуляции, оцениваемым по показателям и критериям, представленным в Приложении 3. Оно не гарантирует сохранение термического гомеостаза и здоровья, ограничивает работоспособность.

Субъективные теплоощущения (общие и локальные) оцениваются по семибальной шкале: холодно - 1; прохладно - 2; слегка прохладно - 3; комфортно - 4; слегка тепло - 5; тепло - 6; жарко - 7.

Методики определения и оценка результатов исследования теплового состояния

Для оценки теплового состояния организма человека используются прямые измерения ряда показателей (температура тела, кожи) и несколько расчетных показателей.

Температура тела (ректальная) измеряется в прямой кишке (на глубине 10-15 см в течение 3-5 мин с использованием аппаратуры, позволяющей определить ее величину с точностью 0,1 °С.

Температура кожи измеряется на 11 участках поверхности тела $T_1 - T_{11}$ (соответственно поверхность кожи лба, груди, спины, живота, поясницы, плеча, предплечья, тыла кисти, верхней части бедра, голени, тыла стопы). В производственных условиях (в случае отсутствия выраженного локального воздействия того или иного параметра микроклимата на организм работающих) допустимо измерение на 5 участках тела: лоб, грудь, тыл кисти, середина наружной поверхности бедра, голень.

Исходя из пятиточечной системы, $T_{ск}$ рассчитывается по формуле:

$$T_{ск} = 0,05 T_1 + 0,5T_2 + 0,05T_7 + 0,18T_8 + 0,20T_{10} \quad (2)$$

Используются средства измерения (датчики, регистрирующая аппаратура), позволяющие определить температуру кожи с точностью не менее $\pm 0,2$ °С.

При проведении исследований в производственных условиях температура кожи у работников измеряется непосредственно на рабочем месте после выполнения типичных операций (по истечении не более 3-5 мин. после окончания работы).

Средняя температура тела ($T_{ст}$) рассчитывается из значений ректальной температуры (T_p) и средневзвешенной температуры кожи ($T_{ск}$) с учетом коэффициентов смешивания (табл. 1) по формуле:

$$T_{ст} = K T_p + (1 - K) T_{ск} \quad (3)$$

Теплосодержание в организме ($Q_{тс}$) определяется по формуле:

$$Q_{тс} = C T_{ст}, \text{ кДж/кг, где} \quad (4)$$

C - теплоемкость тканей организма, равная 3,48 кДж/кг·°С (0,83 ккал·°С/кг).

Изменение теплосодержания ($\Delta Q_{тс}$) определяется по формуле:

$$\Delta Q_{тс} = C \cdot \Delta T_{ст}, \text{ кДж/кг} \quad (5)$$

Таблица 1

Коэффициенты смешивания ректальной температуры тела (К) при различных теплоощущениях человека и уровнях энергозатрат*

Теплоощущения	Баллы	Энерготраты, Вт/м ²				
		70	88	113	145	178
Холодно	1	0,55	0,57	0,59	0,62	0,64
Прохладно	2	0,57	0,58	0,60	0,64	0,65
Слегка прохладно	3	0,59	0,60	0,63	0,65	0,67
Комфорт	4	0,62	0,64	0,65	0,67	0,69
Слегка тепло	5	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Тепло	6	0,79	0,77	0,74	0,72	0,72
Жарко	7	0,86	0,82	0,79	0,76	0,73

* - для других значений энергозатрат K рассчитывается по формуле: $K = 0,037T_o + 0,519$, где T_o - балл теплоощущений.

Теплосодержание в организме ($Q_{тс}$) определяется по формуле:

$$Q_{тс} = C T_{ст}, \text{ кДж/кг, где} \quad (6)$$

C - теплоемкость тканей организма, равная 3,48 кДж/кг·°С (0,83 ккал·°С/кг).

Изменение теплосодержания ($\Delta Q_{тс}$) определяется по формуле:

$$\Delta Q_{тс} = C \cdot \Delta T_{ст}, \text{ кДж/кг} \quad (7)$$

Для определения $\Delta Q_{тс}$ допускается также использовать данные температуры тела, измеренной под языком ($T_я$), в подмышечной

впадине (T_m), в слуховом проходе (T_c). Не рекомендуется измерять температуру тела под языком при отрицательных температурах. Продолжительность одномоментного измерения температуры тела в подмышечной впадине, под языком, внутри слухового прохода - не менее 5 мин.

В случае, когда были определены (T_m), или (T_m) или T_c :

$$\Delta Q_{TC} = C [\Delta T_m (\Delta T_{я} : \Delta T_c) \cdot K + \Delta T_{ск} (1 - K)], \text{ кДж/кг} \quad (8)$$

Изменение теплосодержания рассчитывается по отношению к его исходным показателям, определенным в условиях теплового комфорта у человека, находящегося в состоянии относительного физического покоя в положении сидя.

В случае невозможности обеспечения данных условий до начала проведения исследований в качестве комфортной (для состояния относительного покоя) ректальная температура тела принимается равной 37,1 °С, подмышечная - 36,6 °С, слухового прохода - 36,8 °С, подъязычная - 36,9 °С, средневзвешенная температура кожи - 33,2 °С, $K = 0,61$.

Энерготраты ($Q_{эТ}$) - определяются методом непрямой калориметрии.

Ориентировочно энерготраты могут быть определены по величине объема легочной вентиляции с учетом калорического коэффициента воздуха:

$$Q_{эТ} = 0,232 \cdot L / S, \text{ Вт/м}^2, \text{ где} \quad (9)$$

L - объем легочной вентиляции, приведенный к нормальному объему при температуре воздуха 20°С, $\text{дм}^3/\text{ч}$, атмосферном давлении 760 мм рт.ст.;

S - поверхность тела человека.

Применительно к случаю выполнения динамической физической работы энерготраты могут быть определены по величине частоты сердечных сокращений.

Влагодотери человека определяются путем взвешивания его без одежды на медицинских весах. При повторном взвешивании изменение веса следует компенсировать за счет набора гирь.

Изменение частоты сердечных сокращений, $\Delta ЧСС$, определяется по отношению к ЧСС, зарегистрированной у человека, находящегося в условиях теплового комфорта в состоянии относительного покоя в положении сидя.

Для ориентировочных расчетов в качестве исходной может быть принята ЧСС, равная 70 уд./мин.

Гигиеническая оценка микроклимата

Микроклимат по степени его влияния на тепловой баланс человека подразделяется на нейтральный, нагревающий, охлаждающий.

Нейтральный микроклимат — такое сочетание параметров микроклимата, которое при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивает тепловой баланс организма, при котором разность между величиной теплопродукции и суммарной теплоотдачей находится в пределах ± 2 Вт, а доля теплоотдачи испарением влаги не превышает 30%.

Охлаждающий микроклимат — сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место превышение суммарной теплоотдачи в окружающую среду над величиной теплопродукции организма, приводящее к образованию общего или локального дефицита тепла в теле человека (> 2 Вт).

Нагревающий микроклимат — сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место изменение теплообмена человека с окружающей средой, проявляющееся в накоплении тепла в организме (> 2 Вт) или в увеличении доли потерь тепла испарением влаги ($> 30\%$).

Если температура воздуха и/или тепловое излучение не превышает верхних границ допустимых уровней, оценка микроклимата может проводиться как по отдельным его составляющим, так и по ТНС - индексу (Приложение 5).

В случае если температура воздуха и/или тепловое излучение на рабочем месте превышают верхнюю границу допустимых значений по СанПиН 2.2.4.548-96 оценку микроклимата проводят по показателю ТНС - индекса.

Для предупреждения неблагоприятного влияния отдельных показателей микроклимата следует определять также влажность воздуха, скорость его движения, интенсивность теплового излучения.

Тепловое облучение тела человека (<25% его поверхности), превышающее 140 Вт/м², и дозу облучения 500 Вт·ч характеризует условия труда как вредные и опасные даже если ТНС - индекс имеет допустимые параметры. При определении облучаемой поверхности тела необходимо производить ее расчет с учетом доли (%) каждого участка тела: голова и шея - 9, грудь и живот - 16, спина - 18, руки - 18, ноги -39.

При облучении тела человека свыше 100 Вт/м² необходимо использовать средства индивидуальной защиты (в т. ч. лица и глаз).

Оценка микроклиматических условий при использовании специальной защитной одежды (например, изолирующей) работающими в нагревающей среде, в т. ч. и в экстремальных условиях (например, проведение ремонтных работ), должна проводиться по физиологическим показателям теплового состояния человека в соответствии с ГОСТ 12.4.176-89 «Одежда специальная для защиты от теплового облучения, требования к защитным свойствам и метод определения теплового состояния человека» и методическими указаниями МУК 4.3.1896-04 «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания».

В случае занятости работника, как в помещении, так и на открытой территории в теплый период года, определяют ТНС-индекс для обеих ситуаций, и на основании полученных за период рабочей смены величин рассчитывается его среднесменное значение (с учетом времени пребывания в помещении и на открытой территории).

Если рабочих мест несколько, то среднесменная величина ТНС - индекса определяется с учетом времени пребывания на каждом из них. Кроме того, учитывают и другие показатели микроклимата (скорость движения воздуха, влажность, интенсивность теплового излучения).

Если в течение смены производственная деятельность работника осуществляется в различном микроклимате

(нагревающим и охлаждающим), следует отдельно их оценить, а затем рассчитать средневзвешенную во времени величину.

При этом среднесменная температура воздуха, при которой работающие находятся в течение рабочей смены на рабочих местах и местах отдыха, не должна выходить за пределы допустимых величин температуры воздуха для соответствующих категорий работ.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. В летний период года изучались условия труда машинистов разливочных кранов мартеновского цеха. Категория работы по степени тяжести — IIб. Температура воздуха в кабине 36 — 40 °С, относительная влажность 30 — 35 %, скорость движения воздуха 0,3 м/с. Интенсивность теплового излучения во время заливки металла на уровне нижних конечностей 155 Вт/м². Температура внутренних поверхностей кабины в отдельные моменты достигала 40...50°С.

При физиологических наблюдениях получены результаты, представленные в таблице.

Таблица 2

Результаты физиологических исследований

Момент наблюдения	Теплоощущения, баллы	Температура, °С		Скрытое время рефлекторной реакции на тепло, мс	
		тела	кожи	контактное	радиационное
До работы	3	36	33	670	1100
Во время разливки	5	37,5	35,5	670	1220
Через час после разливки	4	36,9	34,7	690	1050
По окончании работы	4	36,6	33,8	620	1150

1. Оцените метеорологические условия на рабочем месте машиниста разливочного крана.

2. Объясните результаты физиологических наблюдений.

3. Обоснуйте мероприятия необходимые для оздоровления условий труда машинистов крана?

Задача 2. В гальваническом цехе в ваннах производится покрытие деталей различными металлами (никелем, хромом, цинком, медью и др.). Температура растворов в ванне 40 °С. Перед

покрытием детали; как правило, подвергаются очистке в ваннах обезжиривания с помощью растворов щелочей и в ваннах травления с помощью растворов неорганических кислот. Температура этих растворов 70 — 80 °С. Рабочий, обслуживающий линию, подвешивает детали (массой до 10 кг) на специальные подвески и следит за процессом. Передача деталей из одной ванны в другую механизирована. Ванны оборудованы местной вытяжной вентиляцией — бортовыми отсосами. Работа средней тяжести (категория IIa). Параметры микроклимата на рабочих местах зимой: температура воздуха 18 — 20 °С, влажность 80 — 85 %, скорость движения — 0,3-0,4 м/с.

1. Оцените метеорологические условия в цехе.
2. Назовите пути теплоотдачи у работающих в этих условиях.

Задача 3. В барабанном цехе кожевенного завода в открытых чанах обрабатывают кожи растворами дубильных веществ, при этом кожи последовательно переносятся из одного чана в другой, находясь в каждом из них в течение суток. Температура растворов в чанах 35 °С. После дубления кожи промываются холодной водой в открытых промывных барабанах и далее передаются в отделочный цех. Передача кож из одного оборудования в другое механизирована.

Работа аппаратчиков относится к категории легких, Iа. При изучении метеорологических условий в цехе зимой на рабочих местах температура воздуха +15 °С, относительная влажность 90 %, скорость движения воздуха 0,5 м/с.

1. Оцените метеорологические условия в цехе.
2. Обоснуйте мероприятия, необходимые для улучшения метеорологических условий на рабочих местах.

Задача 4. Изучались условия труда грузчиков, занятых укладкой продуктов в камеры холодильника. Работа механизирована. Продукты доставляются в холодильные камеры на самоходных тележках, где с помощью автопогрузчика поднимаются на необходимую высоту и укладываются в штабеля.

Операция загрузки составляет 86 % рабочего времени. Занятость работников в холодильных камерах чередуется с работой на открытых платформах холодильников (50 % рабочего

времени работы в холодильных камерах). Температура воздуха в холодильных камерах от -18 до -20 °С. Температура поверхности пола и стен от -20 до -22 °С. Относительная влажность 80 — 90 %. Скорость движения воздуха до 0,2 м/с.

1. Укажите пути теплоотдачи организма в этих условиях.
2. Обоснуйте мероприятия, необходимые для предупреждения переохлаждения организма работника.

Задача 5. При исследовании микроклиматических условий в трехкочной палате площадью 21 м² (при глубине 5,5 м и высоте 3,5 м) терапевтического отделения больницы получены следующие данные: показания термометра, размещенного на светонесущей (наружной) стене, равнялись 20,5 °С, на противоположной (внутренней) стене — 22 °С, на внутренней боковой стене (на расстоянии 3 м от светонесущей стены) — 21,5 °С. Все измерения делали на высоте 1 м от пола. Перепады температуры по вертикали составили 1 °С на каждый метр высоты палаты. Относительная влажность воздуха, измеренная аспирационным психрометром, составила 20 %, скорость движения воздуха в центре палаты — 0,05 м/с.

1. Дайте гигиеническое заключение по приведенной ситуации.
2. Правильно ли измеряли микроклиматические параметры? Если есть ошибки, отметьте их.
3. Определите и оцените перепады температуры воздуха в палате по горизонтали и вертикали.
4. Какие теплоощущения будут преобладать при данных параметрах микроклимата?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Руководство Р 2.2.2006-05.

2. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. СанПин 2.2.4.548-96.

3. Строительные нормы и правила. СНиП 2.01.01. «Строительная климатология и геофизика».

4. Строительные нормы и правила. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

5. СанПиН 2.1.2.1002-00 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям».

6. ГОСТ 12.1.005-88. «ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».

7. ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

8. МУК 4.3.1895-04 Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания. - М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.

9. Афанасьева Р.Ф., Мойки Ю.В., Бессонова Н.А., Басаргина Л.А., Гарасева Т.С. Отчет о научно-исследовательской работе. Физиолого-гигиеническое обоснование допустимых уровней теплового состояния человека с учетом тяжести выполняемой работы. НИИГТиПЗ АМН СССР; М., 1988, тема 86013. Инв. N 02.89.000 3475.

10. Занько Н.Г., Ретнев В.М. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Учебник. - М.: Академия, 2004. - 288 с.

11. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль: руководство. В 2-х т. / Н.Ф.Измеров, Г.А.Суворова, Н.А.Куролесин и др. Т. 1. - М.: Медицина, 1999. - 326 с.; Т. 2. - М.: Медицина. 1999. - 440 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Таблица П.1

Критерии оптимального теплового состояния человека

Показатель теплового состояния человека	Энерготраты, Вт/м ²				
	69	87	113	145	177
1. Температура тела ректальная, T_p , °C	37,1-37,	37,2-37,	37,3-37,	37,4-37,	37,5-37,
2. Средневзвешенная температура кожи*, °C	32,5-33,	32,1-32,	31,6-32,	30,9-32,	30,2-31,
3. Средняя температура тела*, T_m , °C	35,3-35,	35,3-35,	35,3-35,	35,3-35,	35,3-35,
4. Изменение теплосодержания*, ΔQ , кДж/кг	±0,87				
5. Увеличение частоты сердечных сокращений*, $\Delta ЧСС$, уд/мин	до 6	7-10	11-18	19-25	26-32
6. Влажпотери, ΔP , г/ч	до 80	до 100	до 120	до 150	до 180
7. Теплоощущения*, T_o , баллы	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
8. Разность между температурой кожи груди и стопы, $(T_{кг} - T_{кс})$, °C	2-4	2-4	не характерна		

* - наиболее значимые показатели;
** - по отношению к другим уровням энерготрат критерии теплового состояния могут быть определены интерполяцией.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица П.2

Критерии допустимого теплового состояния человека (верхняя граница)

Показатель теплового состояния человека	Энерготраты, Вт/м ²				
	69	87	113	145	177
1. Температура тела ректальная, T_p , °C	37,3	37,4	37,5	37,6	37,7
2. Средневзвешенная температура кожи*, °C	33,8	33,6	33,4	33,2	33,0
3. Средняя температура тела*, T_m , °C	36,3	36,3	36,3	36,3	36,3
4. Изменение теплосодержания*, ΔQ , кДж/кг	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
5. Увеличение частоты сердечных сокращений*, $\Delta ЧСС$, уд./мин	8	12	20	27	34
6. Влагопотери, ΔP , г/ч	90	120	140	170	210
7. Теплоощущения*, T_o , баллы	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
8. Разность между температурой кожи груд стопы, $(T_{кг} - T_{кс})$, °C				не характерна	

* - наиболее значимые показатели;
 ** - снижение работоспособности: возможно снижение выносливости мышц кистей к статической нагрузке до 10%, удлинение латентного периода простой зрительно-моторной реакции до 7%.

Таблица П.3

Критерии допустимого теплового состояния человека (нижняя граница)

Показатель теплового состояния человека	Энерготраты, Вт/м ²				
	69	87	113	145	177
1. Температура тела ректальная, T_p , °C	37,0	37,2	37,3	37,5	37,7
2. Средневзвешенная температура кожи*, °C	32,0	31,5	31,1	30,0	29,0
3. Средняя температура тела*, T_m , °C	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9
4. Изменение теплосодержания*, ΔQ , кДж/кг	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72
5. Увеличение частоты сердечных сокращений*, $\Delta ЧСС$, уд./мин	5	6	10	15	25
6. Влагопотери, ΔP , г/ч	не характерны				
7. Теплоощущения*, T_o , баллы	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
8. Разность между температурой кожи груд стопы, $(T_{кг} - T_{кс})$, °C	6,0	6,0	не характерна		
9. Температура тыла кисти*, $T_{тк}$, °C	25,0	24,5	24,0	23,5	23,0
10. Температура тыла стопы*, $T_{тс}$, °C	28,0	27,5	27,0	26,5	26,0

* - наиболее значимые показатели;
 ** - снижение работоспособности: возможно снижение показателя координации движений до 10%.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица П.4

Критерии предельно допустимого теплового состояния человека (верхняя граница) для продолжительности не более одного часа за рабочую смену

Показатель теплового состояния человека	Энерготраты, Вт/м ²				
	69	87	113	145	177
1. Температура тела ректальная, T_p , °C	37,5	37,6	37,7	37,8	37,9
2. Средневзвешенная температура кожи*, °C	35,4	35,4	35,4	35,4	35,4
3. Средняя температура тела*, T_m , °C	37,2	37,2	37,2	37,2	37,2
4. Изменение теплоемкости*, ΔC , кДж/кг	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70
5. Увеличение частоты сердечных сокращений*, $\Delta ЧСС$, уд./мин	18	23	30	37	44
6. Влажность, ΔP , г/ч	250	300	350	400	450
7. Теплоощущения*, T_o , баллы	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0

* - наиболее значимые показатели;

** - снижение работоспособности: возможно снижение выносливости мышц кистей к статической нагрузке до 30%, удлинение латентного периода простой зрительно-моторной реакции - до 15%.

Таблица П.5

Критерии предельно допустимого теплового состояния человека (нижняя граница) для продолжительности не более трех часов за рабочую смену

Показатель теплового состояния человека	Энерготраты, Вт/м ²				
	69	87	113	145	177
1. Температура тела ректальная, T_p , °C	36,9	37,1	37,2	37,5	37,7
2. Средневзвешенная температура кожи*, °C	31,0	30,5	29,5	28,5	27,5
3. Средняя температура тела*, T_m , °C	34,4	34,4	34,4	34,4	34,4
4. Изменение теплоемкости*, ΔC , кДж/кг	4,82	4,82	4,82	4,82	4,82
5. Увеличение частоты сердечных сокращений*, $\Delta ЧСС$, уд./мин	4	5	8	12	22
6. Влажность, ΔP , г/ч	не характерны				
7. Теплоощущения*, T_o , баллы	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
8. Разность между температурой кожи груди и стопы, $(T_{кг} - T_{кст})$, °C	не характерна				
9. Температура тыла кисти*, $T_{тк}$, °C	24,0	23,5	23,0	22,5	22,0
10. Температура тыла стопы*, $T_{тс}$, °C	27,0	26,5	26,0	25,5	25,0

* - наиболее значимые показатели;

** - снижение работоспособности: возможно снижение показателя координации движений до 20%.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Определение индекса тепловой нагрузки среды (ТНС-индекса)

1. Индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс) является эмпирическим показателем, характеризующим сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового облучения).

2. ТНС-индекс определяется на основе величин температуры смоченного термометра аспирационного психрометра и температуры внутри зачерненного шара.

3. Температура внутри зачерненного шара измеряется термометром, резервуар которого помещен в центр зачерненного полого шара. Она отражает влияние температуры воздуха, температуры поверхностей и скорости движения воздуха. Зачерненный шар должен иметь диаметр 90 мм, минимально возможную толщину и коэффициент поглощения 0,95. Точность измерения температуры внутри шара 0,5°C.

4. ТНС-индекс рассчитывается по уравнению:

$$\text{ТНС} = 0,7t_{\text{вл}} + 0,3t_{\text{ш}}$$

5. ТНС-индекс рекомендуется использовать для интегральной оценки тепловой нагрузки среды на рабочих местах, на которых скорость движения воздуха не превышает 0,6 м/с, а интенсивность теплового облучения - 1200 Вт/м².

6. Значения ТНС - индекса не должны выходить за пределы величин, рекомендуемых в таблице 8.

Таблица П.6

Рекомендуемые величины интегрального показателя тепловой нагрузки среды (ТНС - индекса) для профилактики перегревания организма

Категория работ по уровню энергозатрат	Величины интегрального показателя, °С
Ia (до 139)	22,2-26,4
Iб (140-174)	21,5-25,8
IIa (175-232)	20,5-25,1
IIб (233-290)	19,5-23,9
III (более 290)	18,0-21,8

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор
проректор по учебной работе

Е.А. Кудряшов
2012 г.



**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ**

Методические указания к проведению лабораторной работы по
дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов очной и
заочной формы обучения всех специальностей и направлений

Курск 2012

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *П.Н. Северенчук*

Гигиеническая оценка микроклимата рабочей зоны: методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М.Попов, Л.В.Шульга, В.В.Протасов. Курск, 2012. 19с.: ил. 1, табл. 5. Библиогр.: с. 16.

Излагаются методические рекомендации по оценке влияния параметров метеорологических условий на рабочих местах на организм человека

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения всех специальностей и направлений.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *12.03*, Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 1,10. Уч.-изд.л. 1,00. Тираж 50 экз. Заказ *481*. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет,

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель лабораторной работы:

ознакомится с гигиеническими требованиями к микроклимату производственных помещений;

изучить методы и приборы, применяемые для контроля параметров микроклимата, и правила их использования;

оценить параметры микроклимата, создаваемые с помощью лабораторной установки.

Общие положения

Состояние воздушной среды обитания человека оказывает существенное влияние на его самочувствие, настроение, работоспособность и здоровье в зависимости от физического состояния воздуха и наличия в нем тех или иных механических или биологических примесей.

Метеорологические условия (микроклимат) в рабочей зоне производственного помещения характеризуется величиной атмосферного давления, температурой, влажностью, скоростью движения воздуха и мощностью тепловых излучений. Гигиеническое значение этих показателей заключается в основном в их влиянии на тепловое равновесие организма.

Рабочей зоной следует считать пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся рабочие места.

Микроклимат в производственном помещении зависит от технологических процессов. Для некоторых производственных процессов металлургической, машиностроительной, приборостроительной, химической промышленности характерны повышенные температуры воздуха вблизи рабочей зоны. Ряд процессов проводится при строго определенных параметрах микроклимата, малейшее изменение которых приводит к браку (например, планарная технология, лазерная сварка и т.п.). В прямой зависимости от технологического процесса может быть и влажность воздуха в производственном помещении, например, в травильных, гальванических цехах машиностроительных заводов. Параметры микроклимата на производстве (температура, влажность и скорость движения воздуха) регламентируются в ССБТ ГОСТ 12.1.005-88. Они зависят от:

тяжести выполняемой физической работы;

наличия в производственном помещении источников явного тепла (нагретое оборудование, нагретые материалы), т.е. тепла, увеличивающего температуру воздуха в помещении; времени года.

По показателю тяжести все выполняемые работы делятся на три категории:

легкие физические работы (категория I) – все виды деятельности с расходом энергии не более 150 ккал/ч (174 Вт);

средней тяжести физические работы (категория II) – все виды деятельности с расходом энергии в пределах 151-250 ккал/ч (175-290 Вт).

тяжелые физические работы (категория III) – все виды деятельности с расходом энергии более 250 ккал/ч (290 Вт или 1044 кДж/ч).

При гигиенической оценке влияния физических факторов воздушной среды на организм человека необходимо учитывать весь их комплекс. Для создания комфортного самочувствия людей рекомендуется соблюдать следующие параметры этих факторов в помещениях (микроклимат), представленные в таблице 1.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния 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 необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Они должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 1, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата определяются Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами

Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке.

Таблица 1 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

Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°С и выходить за пределы величин, указанных в табл. 1 для отдельных категорий работ.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 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.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономическим обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины. Они должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2 применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Методы и приборы, применяемые для контроля параметров микроклимата, и правила их оценки

Определение атмосферного давления. Атмосферное давление измеряют ртутными барометрами или барометрами-анероидами. Для его непрерывной регистрации используют барографы (барометры-анероиды с записывающим устройством и лентопротяжным механизмом). Величина давления выражается в миллиметрах ртутного столба (или в гектопаскалях). Обычные колебания атмосферного давления находятся в пределах (760 ± 20) мм рт. ст. или ($1\ 013 \pm 26,5$) гПа ($1\text{ гПа} = 0,7501\text{ мм рт. ст.}$).

При определении атмосферного давления барометром-анероидом перед отсчетом показаний прибора следует постучать пальцем по его стеклу для преодоления инерции стрелки.

Определение температуры воздуха. Температуру воздуха в помещениях обычно измеряют ртутными или спиртовыми термометрами. Термометр оставляют в месте измерения на 5 мин, чтобы жидкость в нем приобрела температуру окружающего воздуха, после чего регистрируют температуру. Для этой цели можно использовать аспирационный психрометр, сухой термометр которого более точно регистрирует температуру воздуха, так как его резервуар защищен от воздействия лучистого тепла.

С целью длительной регистрации температуры воздуха (в течение суток, недели) применяют термографы, состоящие из воспринимающего элемента (изогнутой полый металлической или биметаллической пластины, наполненной толуолом), связанного с записывающим устройством, и лентопротяжного механизма.

Для определения средней температуры воздуха в помещении делают три замера по горизонтали на высоте 1,5 м от пола (в середине комнаты, в 10 см от наружной стены и у внутренней стены) и вычисляют среднее значение. По этим же данным судят о равномерности температуры в горизонтальном направлении. Для определения перепадов температуры по вертикали измерение делают у пола на высоте 10 см и на высоте 1,5 м.

Определение влажности воздуха. Для характеристики влажности воздуха используют следующие величины: абсолютная, максимальная и относительная влажность, дефицит насыщения и точка росы.

Таблица 2

Допустимые 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	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	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 (более 290)	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0	15-75	0,2	0,4
Теплый	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 (более 290)	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0	15-75*	0,2	0,5

Абсолютной влажностью называется количество водяных паров в граммах, содержащееся в данное время в 1 м³ воздуха; максимальной влажностью — количество водяных паров в граммах, которое содержится в 1 м³ воздуха в момент насыщения; относительной влажностью — отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах.

Относительная влажность — отношение парциального давления водяного пара e (т.н. упругость водяного пара, выражаемая в Паскалях) в рассматриваемой воздушной среде к максимальной упругости водяного пара E , соответствующее температуре среды: $j = (e/E) \cdot 100$ %.

Дефицитом насыщения называется разность между максимальной и абсолютной влажностью.

Точка росы — температура, при которой величина абсолютной влажности равна максимальной.

При гигиенической оценке микроклимата наибольшее значение имеет величина относительной влажности.

Для определения влажности воздуха используют психрометры и гигрометры. Аспирационный психрометр состоит из двух термометров. Их воспринимающие части заключены в металлические трубки, через которые просасывают воздух с помощью вентилятора. Такое устройство обеспечивает защиту термометров от лучистой энергии и постоянную скорость движения воздуха, что делает возможным проведение исследования при постоянных условиях. Конец одного из термометров обернут тонкой материей, и перед каждым наблюдением его смачивают дистиллированной водой при помощи специальной пипетки. Вентилятор заводят ключом и отсчитывают показания через 3 — 4 мин от начала его работы после установления постоянной скорости просасывания воздуха. Абсолютную влажность рассчитывают по формуле

$$K = F_B - 0,5 (t - t_1) \cdot B/755$$

где K — абсолютная влажность, г/м; F_B — максимальное давление водяных паров при температуре влажного термометра, мм рт. ст. определяется по таблице (Приложение 1); 0,5 — постоянная; t — температура сухого термометра; t_1 — температура влажного

термометра; B — барометрическое давление в момент исследования, мм рт. ст.; 755 — среднее барометрическое давление, мм рт. ст.

Абсолютную влажность переводят в относительную по формуле

$$R = (K / F_c) \cdot 100$$

где R — относительная влажность, %; F_c — максимальное давление водяных паров при температуре сухого термометра, мм рт. ст. Относительную влажность по показаниям аспирационного психрометра можно определить по психометрическим таблицам или по психометрической номограмме.

При определении относительной влажности с помощью номограммы по вертикальным линиям откладывают значение сухого термометра, по наклонным — влажного. На пересечении этих линий находят относительную влажность.

Гигрометры регистрируют непосредственно относительную влажность воздуха. Они состоят из воспринимающего элемента (пучка обезжиренных волос), механически связанного с регистрирующей частью (стрелкой). Постоянно регистрирует относительную влажность воздуха *гигрограф*, представляющий собой комбинацию гигрометра с записывающим устройством и лентопротяжным механизмом.

Определение скорости движения воздуха. Для определения малых скоростей движения воздуха в помещениях (до 1 — 2 м/с) применяют кататермометры, а для больших скоростей (до 50 м/с) — анемометры.

Кататермометр может быть с цилиндрическим или шаровидным резервуаром, заполненным подкрашенным спиртом. У цилиндрического кататермометра на шкалу нанесены деления от 35 до 38 °С. Если нагреть кататермометр до температуры более высокой, чем температура окружающего воздуха, то при охлаждении он потеряет некоторое количество калорий, причем при охлаждении с 38 до 35 °С это количество будет постоянно для прибора. Эту потерю тепла с 1 см² поверхности резервуара определяют лабораторным путем и обозначают на каждом кататермометре в милликалориях, деленных на сантиметры квадратные (мккал/см²).

Для определения охлаждающей способности воздуха кататермометр нагревают на водяной бане до тех пор, пока спирт не заполнит на $1/2$ — $2/3$ верхнее расширение резервуара. Затем ката-

термометр вытирают насухо, вешают на штатив в месте, где необходимо определить скорость движения воздуха, и по секундомеру отмечают время, за которое столбик спирта спустится с 38 до 35 °С. Величину охлаждения кататермометра, H , характеризующую охлаждающую способность воздуха, находят по формуле

$$H = f / t_c$$

где f — фактор кататермометра, мкал/см²; t_c — время, за которое столбик спирта опустится с 38 до 35 °С, с.

Шаровой кататермометр в отличие от цилиндрического имеет температурную шкалу от 33 до 40 °С. Работают с ним так же, как с цилиндрическим. При наблюдении за охлаждением кататермометра в пределах разных интервалов температуры необходимо соблюдать следующие условия: среднее арифметическое высшей (T_1) и низшей (T_2) температуры должно равняться 36,5°С, т.е. можно выбирать интервалы от 40 до 33 °С, от 39 до 34 °С и от 38 до 35 °С.

Для вычисления величины H в этом случае применяют формулу:

$$H = F (T_1 - T_2) / t$$

где F — константа кататермометра, мкал/(см град); t — время, за которое кататермометр охладится от температуры T_1 до T_2 , с.

Зная величину охлаждения сухого кататермометра и температуру окружающего воздуха, по соответствующим формулам можно вычислить скорость движения воздуха.

Скорость движения воздуха можно также определить по табл. 3.

Таблица 3 Скорость движения воздуха по шаровому кататермометру, м/с

H/Q	V	H/Q	V	H/Q	V	H/Q	V	H/Q	V
0,33	0,048	0,43	0,22	0,53	0,57	0,63	1,1	0,73	1,52
0,34	0,062	0,44	0,25	0,54	0,62	0,64	1,15	0,74	1,57
0,35	0,077	0,45	0,27	0,55	0,68	0,65	1,19	0,75	1,60
0,36	0,09	0,46	0,30	0,56	0,73	0,66	1,22	0,76	1,65
0,37	0,11	0,47	0,33	0,57	0,80	0,67	1,27	0,77	1,70
0,38	0,12	0,48	0,36	0,58	0,88	0,68	1,31	0,78	1,75
0,39	0,14	0,49	0,40	0,59	0,97	0,69	1,35	0,79	1,79
0,40	0,16	0,50	0,44	0,60	1,00	0,70	1,39	0,80	1,84
0,41	0,18	0,51	0,48	0,61	1,03	0,71	1,43	0,81	1,89
0,42	0,20	0,52	0,52	0,62	1,07	0,72	1,48	0,82	1,94

Примечание: Q — разность между средней температурой кататермометра 36,5 °С и температурой воздуха.

Для определения больших скоростей движения воздуха используют два вида *анемометров*: чашечный и крыльчатый. Первым измеряют скорости движения воздуха в пределах от 1 до 50 м/с, вторым — от 0,5 до 15 м/с.

При работе с анемометром следует дать его лопастям вращаться 1—2 мин вхолостую, чтобы они приняли постоянную скорость вращения. При этом необходимо следить за тем, чтобы направление воздушных течений было перпендикулярным к плоскости вращения лопастей прибора.

Требования к организации контроля и методам измерения параметров микроклимата

Измерения показателей микроклимата в целях контроля их соответствия гигиеническим требованиям проводятся в холодный период года — в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней температуры наиболее холодного месяца зимы не более чем на 5°С, в теплый период года — в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней максимальной температуры наиболее жаркого месяца не более чем на 5°С. Частота измерений в оба периода года определяется стабильностью производственного процесса, функционированием технологического и санитарно-технического оборудования.

При выборе участков и времени измерения необходимо учитывать все факторы, влияющие на микроклимат рабочих мест (фазы технологического процесса, функционирование систем вентиляции и отопления и др.). Измерения показателей микроклимата проводятся не менее 3 раз в смену (в начале, середине и в конце). При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами, необходимо проводить дополнительные измерения при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих.

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

При наличии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыведения (нагретых агрегатов, окон, дверных проемов, ворот, открытых ванн и т. д.) измерения следует проводить на каждом

рабочем месте в точках, минимально и максимально удаленных от источников термического воздействия.

В помещениях с большой плотностью рабочих мест, при отсутствии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения, участки измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха должны распределяться равномерно по площади помещения в соответствии с табл. 4.

Таблица 4

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

Площадь помещения, м ²	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.

При работах, выполняемых сидя, температура и скорость движения воздуха измеряются на высоте 0,1 и 1,0 м, а относительную 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 относительную влажность воздуха - на высоте 1,5 м.

При наличии источников лучистого тепла тепловое облучение на рабочем месте необходимо измерять от каждого источника, располагая приемник прибора перпендикулярно падающему потоку. Измерения следует проводить на высоте 0,5; 1,0 и 1,5 м от пола или рабочей площадки.

Температура поверхностей измеряется в случаях, когда рабочие места удалены от них на расстояние не более двух метров. Температура каждой поверхности измеряется аналогично измерению температуры воздуха.

Температура и относительная влажность воздуха при наличии источников теплового излучения и воздушных потоков на рабочем месте измеряется аспирационными психрометрами. При отсутствии в местах измерения лучистого тепла и воздушных потоков температуру и

относительную влажность воздуха можно измерять психрометрами, не защищенными от воздействия теплового излучения и скорости движения воздуха. Могут использоваться также приборы, позволяющие раздельно измерять температуру и влажность воздуха.

Скорость движения воздуха измеряется анемометрами вращательного действия (крыльчатые, чашечные и др.). Малые величины скорости движения воздуха (менее 0,5 м/с), особенно при наличии разнонаправленных потоков, можно измерять термоэлектроданемометрами, а также цилиндрическими и шаровыми кататермометрами при защищенности их от теплового излучения.

Температура поверхностей измеряется контактными приборами (типа электротермометров) или дистанционными (пирометры и др.).

Интенсивность теплового облучения необходимо 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.).

Диапазон измерения и допустимая погрешность измерительных приборов должны соответствовать требованиям табл. 5.

По результатам исследования составляется протокол, в котором должны быть отражены общие сведения о производственном объекте, размещении технологического и санитарно-технического оборудования, источниках тепловыделения, охлаждения и влаговыделения, приведены схема размещения участков измерения параметров микроклимата и другие данные.

Таблица 5

Требования к измерительным приборам

Наименование показателя	Диапазон	Предельное отклонение
Температура воздуха по сухому термометру, °С	от -30 до 50	±0,2
Температура воздуха по смоченному термометру, °С	от 0 до 50	±0,2
Температура поверхности, °С	от 0 до 50	±0,5
Относительная влажность воздуха, %	от 0 до 90	±5,0
Скорость движения воздуха, м/с	от 0 до 0,5	±0,05
	более 0,5	±0,1
Интенсивность теплового облучения, Вт/м ²	от 10 до 350	±5,0
	более 350	±50,0

В заключении протокола должна быть дана оценка результатов выполненных измерений на соответствие нормативным требованиям.

Задание. Оценить параметры микроклимата, создаваемого с помощью лабораторной установки

Лабораторная установка (рисунок 2), представляет собой замкнутый объем, в котором можно регулировать параметры микроклимата с помощью вентилятора 1.

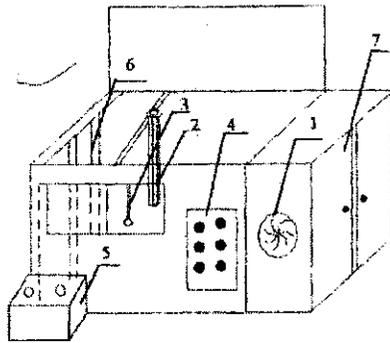


Рис. 3. Схема лабораторной установки: 1 - вентилятор, 2 - аспирационный психрометр; 3 - шаровой кататермометр, 4 - панель управления; 5 - нагревательное устройство; 6, 7 - задвижки.

Порядок выполнения работы

1. На панели управления лабораторной установки включить тумблеры: «Включено», «Подсветка».

2. Подготовить к работе психрометр Ассмана (смочить батист на «влажном» термометре), снять показания обоих термометров и определить относительную влажность воздуха;

3. На панели установки включить тумблер «Подогрев воды». Нагреть воду в стаканчике до 40 °С. Опустить шаровую часть кататермометра в воду и подогреть до заполнения спиртом 1/3 части объема расширения резервуара. Определить время охлаждения кататермометра с 38 °С до 35 °С в секундах.

4. Произвести расчет скорости движения воздуха по таблице 3.

5. Результаты замеров занести в протокол (Приложение № 3).

Содержание отчета

1. Наименование работы.

2. Цель работы.

3. Краткое описание порядка выполняемой работы, наименования и применяемых приборов (краткое описание), понятий параметров микроклимата.

4. Гигиеническое заключение о параметрах формирующегося микроклимата и обоснование возможности выполнения следующих категорий работ :

легкой Ia и Ib;

средней тяжести IIa и IIб;

тяжелой.

Пример гигиенического заключения.

В процессе гигиенической оценки параметров микроклимата на рабочем месте установлено:

1) барометрическое давление — 750 мм рт. ст. (1 000 гПа);

2) температура воздуха в помещении — средняя 24°С; колебания по горизонтали — 1,5 °С; колебания по вертикали — 2 °С на 1 м высоты; суточные колебания (разница между минимальной и максимальной температурой) — 1,5°С (центральное отопление);

3) относительная влажность — 17 %;

4) скорость движения воздуха в помещении — 0,1 м/с.

Установленные показатели не соответствуют гигиеническим нормативам: повышенная средняя температура воздуха (24 °С) и низкая относительная влажность (17 %) будут способствовать обезвоживанию организма в результате усиления теплоотдачи способом испарения. Люди, находящиеся в таких условиях, будут ощущать повышенную жажду и сухость слизистых оболочек. Малая скорость движения воздуха (0,1 м/с) свидетельствует о недостаточном воздухообмене в данном помещении, что будет способствовать уменьшению теплоотдачи способом проведения (конвекции). В данных микроклиматических условиях возможно (или нет) выполнение категории работ Ia (IIa или другой степени тяжести).

Для улучшения состояния воздушной среды в данном помещении рекомендуется усилить интенсивность проветривания помещения и поставить увлажнители воздуха.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение микроклимата производственных помещений. Какими параметрами он характеризуется?

2. Терморегуляция организма и способы теплообмена организма с внешней средой.

3. Дайте определение рабочей зоны, рабочего места.

4. Какие теплоощущения будут преобладать при полученных в ходе лабораторной работы параметрах микроклимата для перечисленных выше категорий работ?

5. Какой из способов теплоотдачи будет преобладать при нагревающем и охлаждающем микроклимате?

5. Какую роль играют влажность и скорость движения воздуха в процессах теплоотдачи?

7. Какой способ теплоотдачи будет преобладать при комфортных условиях микроклимата?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Руководство Р 2.2..2006-05.

2. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. СанПин 2.2.4.548-96.

3. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

4. Строительные нормы и правила. СНиП 2.01.01. «Строительная климатология и геофизика».

5. Строительные нормы и правила. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

6. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Лабораторный практикум: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Г.Занько, В.М.Ретнев. – М.: Издательский центр «Академия». 2005. – 256 с.

7. Занько Н.Г., Ретнев В.М. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Учебник. –М.: Академия, 2004. – 288 с.

8. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль: руководство. В 2-х т. / Н.Ф.Измеров, Г.А.Суворова, Н.А.Куролесин и др. Т. 1. – М.: Медицина, 1999. – 326 с.; Т. 2. – М.: Медицина. 1999. – 440 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Максимальное давление водяных паров при разных температурах, мм рт. ст.

Цельсий градус	Десятая доля градуса									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-1	4,26	4,22	4,19	4,16	4,13	4,10	4,07	4,04	4,01	3,98
0	4,58	4,61	4,65	4,68	4,72	4,75	4,78	4,82	4,86	4,89
1	4,93	4,96	5,00	5,03	5,07	5,11	5,14	5,18	5,22	5,26
2	5,29	5,23	5,37	5,41	5,45	5,49	5,52	5,56	5,60	5,64
3	5,68	5,72	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,02	6,06
4	6,10	6,14	6,19	6,23	6,27	6,32	6,36	6,41	6,45	6,50
5*	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,96
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,56	7,63	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,04	8,10	8,16	8,21	8,27	8,32	8,38	8,44	8,49	8,55
9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,84	8,90	8,96	9,02	9,09	9,15
10	9,21	9,29	9,33	9,40	9,46	9,52	9,58	9,65	9,71	9,78
11	9,84	9,91	9,98	10,0	10,1	10,1	10,2	10,3	10,3	10,4
12	10,5	10,5	10,6	10,7	10,8	10,8	10,9	11,0	11,0	11,1
13	11,2	11,3	11,3	11,4	11,5	11,6	11,6	11,7	11,8	11,9
	11,9	12,0	12,1	12,2	12,3	12,3	12,4	12,5	12,6	12,7
15	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2	13,2	13,3	13,4	13,5
16	13,6	13,7	13,8	13,9	13,9	14,0	14,1	14,2	14,3	14,1
17	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9	15,0	15,0	15,1	15,2	15,3
18	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9	16,0	16,1	16,2	16,3
19	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	17,0	17,1	17,2	17,3	17,4
20	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18,0	18,2	18,3	18,4	18,5
21	18,6	18,7	18,8	19,0	19,1	19,2	19,3	19,4	19,5	19,7
22	19,8	19,9	20,0	20,1	20,3	20,4	20,5	20,6	20,8	20,9
23	21,0	21,2	21,3	21,4	21,5	21,7	21,8	21,9	22,1	22,2
24	22,3	22,5	22,6	22,7	22,9	23,0	23,2	23,3	23,4	23,6
25	23,7	23,9	24,0	24,1	24,3	24,4	24,6	24,7	24,9	25,0
26	25,2	25,3	25,5	25,6	25,8	25,9	26,1	26,2	26,4	26,5
27	26,7	26,9	27,0	27,2	27,3	27,5	27,7	27,8	28,0	28,1
28	28,3	28,5	28,6	28,8	29,0	29,1	29,3	29,5	29,7	29,8
29	30,0	30,2	30,3	30,5	30,7	30,9	31,1	31,2	31,4	31,6
30	31,8	32,0	32,1	32,3	32,5	32,7	32,9	33,1	33,3	33,5
31	33,7	33,8	34,0	34,2	34,4	34,6	34,8	35,0	35,2	35,4
32	35,6	35,8	36,0	36,2	36,4	36,6	36,8	37,1	37,3	37,5

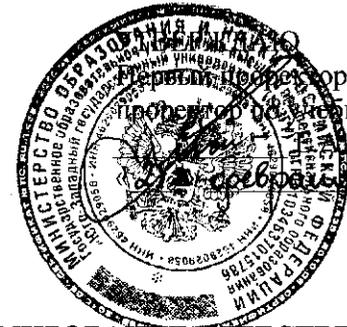
**Протокол
лабораторных исследований параметров микроклимата**

Условия измерений	Температура °С		Относительная влажность воздуха, %	Фактор кататермометра F, мкал/см ²	Время охлаждения кататермометра, с	Скорость движения воздуха, м/с	Допустимая категория выполнения работ	Гигиеническая характеристика микроклимата
	«сухого» термометра	«влажного» термометра						
Без включенного вентилятора								
С включенным вентилятором								

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



профессор
Кудряшов
2011 г.

**ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ
ОСВЕЩЕННОСТИ РАБОЧИХ МЕСТ**

Методические указания к проведению практической работы
по дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда» для
студентов специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в
техносфере»

Курск 2011

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, В.А. Аксенов, **А.Н. Барков**

Рецензент

доцент кафедры «Охрана труда и окружающей среды»
П.Н. Северенчук

Гигиеническое нормирование естественной освещенности рабочих мест: методические указания к проведению практической работы / Юго-Зап. гос. ун-т., сост.: В.М. Попов, Л.В. Шульга, В.А. Аксенов; А.Н. Барков. Курск, 2011. 14 с.: ил. 1, табл. 9. Библиогр.: с. 9.

Излагаются методические рекомендации по изучению, исследованию и измерению основных показателей естественной освещенности рабочих мест.

Методические указания предназначены для студентов специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 24.02.11. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 093. Уч.-изд. л. 084. Тираж 50 экз. Заказ 147. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября

Цель практической работы: изучить методику расчета естественного освещения производственных помещений; произвести расчет необходимой площади световых проемов при боковом освещении рабочих мест для заданного варианта

Общие положения

Источник естественного (дневного) освещения - солнечная радиация, т.е. поток лучистой энергии солнца, доходящей до земной поверхности в виде прямого и рассеянного света. Естественное освещение является наиболее гигиеничным и предусматривается, как правило, для помещений, в которых постоянно пребывают люди. Если по условиям зрительной работы оно оказывается недостаточным, то используют совмещенное освещение.

Естественное освещение помещений подразделяется на боковое (через световые проемы в наружных стенах), верхнее (через фонари, световые проемы в покрытии, а также через проемы в стенах перепада высот здания), комбинированное - сочетание верхнего и бокового освещения.

В зависимости от географической широты, времени года, часа дня и состояния погоды уровень естественного освещения подвержен существенным перепадам.

Естественное освещение помещений зависит от светового климата, который состоит из общих климатических условий местности, степени прозрачности атмосферы, а также отражающих способностей окружающей среды. Важное значение имеет также ориентация окон по сторонам света, определяющая инсоляционный режим помещений. В зависимости от ориентации различают три типа инсоляционного режима (табл. 1).

Таблица 1. Типы инсоляционного режима помещений

Инсоляционный режим	Ориентация по сторонам света	Время инсоляции, ч	Инсолируемая площадь пола помещений, %
Максимальный	ЮВ, ЮЗ	5-6	80
Умеренный	Ю, В	3-5	40-50
Минимальный	СВ, СЗ	Менее 3	Менее 30

На рис. 1 представлена схема ориентации по сторонам света при отсчете азимутов от севера.

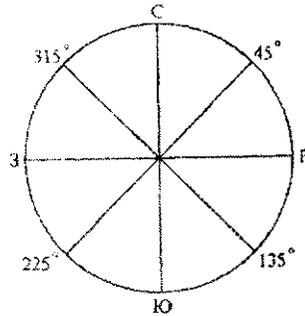


Рис. 1 Схема отсчета азимутов по сторонам света

При западной ориентации создается смешанный инсоляционный режим. По продолжительности он соответствует умеренному, по нагреванию воздуха - максимальному инсоляционному режиму. Инсоляционный режим помещений следует учитывать при строительстве производственных, учебных и других зданий, а также при размещении производственного оборудования.

Систему естественного освещения выбирают с учетом следующих факторов:

назначения и принятого архитектурно-планировочного, объемно-пространственного и конструктивного решения зданий;

требований к естественному освещению помещений, вытекающих из особенностей технологической и зрительной работы;

климатических и светоклиматических особенностей места строительства зданий;

экономичности естественного освещения.

Основной задачей светотехнических расчетов для естественного освещения является определение необходимой площади световых проёмов.

Для разных точек помещения КЕО рассчитывают в стадии проектирования. Нормированное значение КЕО (e_N) с учетом характера зрительной работы и светового климата определяют по формуле

$$e_N = e_{изм} \cdot m, \quad (1)$$

где $e_{изм}$ — значение КЕО, регламентируемое требованиями к освещению производственных помещений СНиП 23-05-95 (Приложение 1), определяемое с учетом характера зрительной работы, %; m — коэффициент светового климата, определяемый в зависимости от района расположения здания (таблица 2).

Таблица 2.

Значение коэффициентов светового климата (m)

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, m				
		Номер группы административных зданий				
		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	0,9	1	1,1	0,8
	Ю	1	0,9	1	1,1	0,75
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	1	0,9	1,1	1,1	0,75
	СВ-ЮВ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	ЮВ-СЗ					
	В-З	1	0,9	1,1	1,2	0,7

Примечания:

1. С — северное, СВ — северо-восточное, В — восточное, ЮВ — юго-восточное, Ю — южное, ЮЗ — юго-западное, З — западное, СЗ — северо-западное.

2. Группы административных зданий по ресурсам светового климата приведены в Приложении Д СНиП 23-05-95. (Курская область относится ко 2 группе).

Учитывая большую вариабельность естественного освещения рабочих помещений в течение суток на промышленных предприятиях используется совмещенное освещение.

Совмещенное освещение помещений производственных зданий следует предусматривать:

а) для производственных помещений, в которых выполняются работы I-III разрядов;

б) для производственных и других помещений в случаях, когда по условиям технологии, организации производства требуются объемно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить нормированное значение K_f одноэтажные многопролетные здания с пролетами большой ширины и т.п.), а также в случаях, когда технико-эксплуатационная эффективность такого освещения по сравнению с естественным подтверждена соответствующими расчетами;

в) в соответствии с нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений, утвержденных в установленном порядке.

При естественном боковом освещении требуемая площадь световых проемов $S_{ок}$ (m^2) рассчитывается по уравнению:

$$S_{ок} = S_{п} \cdot e_N \cdot k_{зд} \cdot \epsilon_{ок} \cdot k_3 / (100 \rho \cdot \tau_{общ}), \quad (2)$$

где $S_{п}$ - площадь пола помещений, m^2 ;

e_N - нормированное значение КЕО, принимается по табл. П 1;

П 1;

$k_{зд}$ - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями, определяется по табл. П 4;

$\epsilon_{ок}$ - коэффициент световой активности оконного проема, определяется по табл. П 3;

k_3 - коэффициент запаса определяется с учетом загрязненности помещения, расположения стекол (наклонно, горизонтально, вертикально) и периодичности очистки, принимается по табл. П 2;

ρ - коэффициент, учитывающий влияние отраженного света, определяется с учетом геометрических размеров помещения, светопроема и значений коэффициентов отражения стен, потолка, пола, принимается по табл. 6;

$\tau_{общ}$ - общий коэффициент светопропускания, определяется по табл. П 5.

$$\tau_{общ} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3, \quad (3)$$

где τ_1 , τ_2 , τ_3 - соответственно коэффициенты, учитывающие потери света в материале остекления, в переплетах окон, несущих и солнцезащитных конструкциях перед окнами.

При выбранных светопроемах действительные значения коэффициента естественного освещения для различных точек помещения рассчитывают с использованием графоаналитического метода Данилюка по СНиП 23-05-95.

Расчет необходимой площади световых проемов при боковом освещении

Задание: Рассчитать необходимую площадь световых проемов для швейного цеха при боковом освещении. Среднее значение коэффициента отражения стен и потолка 0,5. Размер объекта различения 0,6 – 1 мм.

Таблица 3

Исходные данные	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
Длина (А) и ширина (В) помещения, м	10 x 15	25 x 15	50 x 30	70 x 80	100 x 70	17 x 11
Высота помещения (h), м	6	7,2	8,4	9,2	6	10,8
Номер группы административных зданий	1	3	2	4	5	2
Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	ЮВ	СЗ	З	В	Ю	С

Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Краткое описание методики расчета.
4. Алгоритм и результаты расчета.
5. Выводы

Контрольные вопросы

1. Какая ориентация окон является наиболее неблагоприятной для учебных помещений? Почему?
2. Какие показатели дают возможность оценить условия естественного освещения помещений в целом?
3. Какие показатели характеризуют уровень естественного освещения на рабочем месте? Дайте их определения.
4. Дайте определение светотехнического показателя естественного освещения помещения.
5. Каким прибором измеряют уровень освещения?

Библиографический список

1. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение
2. ГОСТ 24940-96. Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.
3. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий
4. Пособие к СНиП 11-4-79 Пособие по расчету и проектированию естественного, искусственного и совмещенного освещения. – М.: Стройиздат, 1985. – 21 с.
5. СП 23-102 2003 Естественное освещение жилых и общественных зданий
6. Глебова Е.В. Производственная санитария и гигиена труда: Учеб. Пособие для вузов./ Е.В.Глебова. – М.: Высш. Шк., 2005. – 383 с.
7. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль: Руководство. В 2-х т. / Н.Ф.Измеров, Г.А.Суворова, Н.А.Куралесин и др. Т. 1. – М.: Медицина, 1999. – 326 с.; Т. 2. – М.: медицина, 1999. – 440 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1

Значение коэффициента естественной освещенности

	Наименьший размер наблюдаемого объекта, мм	Естественное освещение КЕО, %		
		при верхнем или верхнем и боковом освещении	при боковом освещении	
			в зоне с устойчивым снежным	на остальной территории
1	2	3	4	5
Наивысшей точности	Менее 0,15	10	2,8	3,5
Очень высокой	От 0,15 до 0,3	7	2	2,5
Высокой точности	Свыше 0,3 до 0,5	5	1,6	2,0
Средней точности	Свыше 0,5 до 1	4	1,2	1,5
Малой точности	Свыше 1 до 5	3	0,8	1,0
Грубая (очень малой точности)	Более 5	2	0,4	0,3
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	3	0,8	0,6
Общее наблюдение за ходом технологического процесса:				
ПОСТОЯННОЕ		1	0,2	0,2
ПЕРИОДИЧЕСКОЕ при постоянном пребывании людей в помещении		0,7	0,2	0,2
ПЕРИОДИЧЕСКОЕ при периодическом пребывании людей в помещении		0,5	0,1	0,1

Таблица П.2

Значение коэффициента K_z

Помещения и	Примеры	Коэффициент запаса K_z				
		при естественном освещении и расположении			при искусственном освещении	
		вертикально	наклонно	горизонтально	газоразрядные лампы	лампы накаливания
1	2	3	4	5	6	7
Производственные помещения с воздушной рабочей зоной: а) свыше 5 мг/м ³ пыли, копоти б) от 1 до 5 мг/м ³ пыли, копоти в) менее 1 мг/м ³ пыли, копоти						
	цементные заводы, обрубоч. отделения	1,5	1,7	2	2	1,7
	Цехи химических предприятий по производству ядохимикатов, цехи льванических покрытий и стики различных щелочей, газов, способных при соединении с образовать растворы кислот; обладающее коррозирующей способностью	1,5	1,7	2	1,8	1,5
	2. Помещения общественных и жилых зданий	1,2	1,4	1,5	1,5	1,3
3. Территории: а) предприятий предприятий, шахт, рудников б) общественных зданий	Кабинеты, здания, комнаты, читальные залы совещаний					
		*			1,5	1,4

Таблица П.3

Значения световой характеристики $\epsilon_{ок}$ окон при боковом освещении

Отношение длины помещения А к его глубине В	Значение световой характеристики ($\epsilon_{ок}$) при отношении глубины помещений В к его высоте от уровня условной рабочей поверхности 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	12,65	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 П.4

Значения коэффициента $K_{зд}$

Отношение расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданием Р к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна $H_{зд}$	$K_{зд}$
0,5	1,7
1	1,4
1,5	1,2
2	1,1
3 и более	1

Таблица П.5

Значение коэффициентов τ_1, τ_2, τ_3

Вид светопропускающего материала	τ_1	Вид переплета	τ_2	Несущие конструкции покрытий	τ_3
Стекло листовое:		Переплеты для окон и фонарей пром. зданий:		Стальные фермы. Железобетонные и деревянные фермы и арки. Балки, рамы сплошные при высоте сечения: 50 см и более менее 50 см	0,9
одинарное	0,9	а) деревянные:	0,75		
двойное	0,8	одинарные			
тройное	0,7	двойные раздельные	0,6		
Стекло витринное толщиной 6 - 8	0,8	спаренные	0,7		
Стекло листовое армированное	0,6	б) стальные:	0,9		
Стекло листовое узорчатое	0,65	одинарные глухие			
Стекло листовое специальное:		двойные глухие	0,8		
солнцезащитное контрастное	0,65	одинарные	0,75		
Органическое стекло:		Переплеты для окон жилых зданий:			
прозрачное	0,9	а) деревянные:	0,8		
молочное	0,6	одинарные			
Стекланные блоки		двойные раздельные	0,65		
свегопрозрачные	0,55	с тройным остеклением	0,5		
		б) металлические:	0,8		
		одинарные			
		спаренные	0,9		
		с тройным остеклением	0,85		
		двойные раздельные	0,7		

Таблица П.6

Значение коэффициента ρ при боковом освещении

Отношение глубины помещения В к высоте от уровня условной поверхности до h1 верха окна	Отношение расстояния L расчетной точки от наружной стены к глубине помещения В	Значение ρ при боковом освещении								
		Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{\text{ср}}$ потолка, стен и пола								
		0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения А к его глубине								
		0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более
От 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	0,5	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	0,15	1,1	1,2	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2
От 1,6 до 2,5	0	1,05	1,05	1,05	1,05	0,5	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	0,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	0,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2
От 2,6 до 3,5	1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5
	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	М	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	М	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,45	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,8	3,6	3,1	2,4	2,4	2,2	1,55	1,9	1,7	1,4
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5
Более 3,5	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7
	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	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
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1
	1		7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



**ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО
ОСВЕЩЕНИЯ РАБОЧИХ МЕСТ**

Методические указания к проведению практического занятия по
дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда» для
студентов специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в
техносфере»

Курск 2011

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, В.В. Юшин, В.А. Аксенов,
А.Н. Барков

Рецензент

доцент кафедры «Охрана труда и окружающей среды»

П.Н. Северенчук

Гигиеническое нормирование искусственной освещенности рабочих мест: методические указания к проведению практической работы / Юго-Зап. гос. ун-т., сост.: В.М. Попов, Л.В. Шульга, В.В. Юшин, В.А. Аксенов, А.Н. Барков. Курск, 2011. 20 с. Библиогр.: с. 19

Излагаются методические рекомендации по гигиеническому нормированию искусственного освещения рабочих мест производственных помещений.

Методические указания предназначены для студентов специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 24.02.11. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 1.2. Уч.-изд.л. 1.0. Тираж 50 экз. Заказ 246. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября

Цель практической работы: изучить существующие методы гигиенического нормирования и методики расчета искусственного освещения рабочих мест; рассчитать необходимое количество светильников для создания заданного уровня искусственной освещенности рабочих мест для заданного варианта.

Общие положения

В производственных помещениях предусматривается устройство естественного, искусственного и совмещенного освещения.

Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых недостаточно естественного света, или для освещения помещений в те часы суток, когда естественный свет отсутствует.

Нормируемыми показателями искусственного освещения для помещений промышленных предприятий являются:

1) количественные показатели:

освещенность,

яркость;

2) качественные показатели:

равномерность распределения яркостей в освещаемом помещении и на рабочих поверхностях;

показатель ослепленности;

коэффициент пульсации освещенности;

спектральный состав излучения источников света.

Величина нормированной освещенности устанавливается в зависимости от типа применяемого источника света, системы освещения, точности зрительной работы, наименьшего размера объекта различения, характеристики фона и контраста объекта различения с фоном.

Нормы освещенности производственных помещений (СНиП 23-05-95) в зависимости от размера объекта различения разделены на восемь разрядов. Разряды от I до V разбиты на четыре подразряда в зависимости от контраста объекта различения с фоном и характеристики фона.

Неравномерность распределения освещенности по помещению зависит от светораспределения светильников, их размещения в

пространстве, определяемого относительными расстояниями между светильниками. Чем концентрированнее светораспределение при одинаковом размещении светильников, тем больше неравномерность распределения освещенности. Как правило, чрезмерное увеличение и уменьшение относительных расстояний между светильниками приводит к увеличению неравномерности распределения освещенности.

Регламентируемый нормами показатель ослепленности является функцией параметров осветительного устройства (высоты подвеса светильников над рабочей поверхностью и относительного расстояния между светильниками), характеристик светильников (их светораспределения, яркости, защитного угла и цветности излучения); габаритных размеров освещаемого помещения (длины, ширины и высоты), коэффициента отражения рабочей поверхности.

Показатель ослепленности определяется в точке между первым и вторым светильниками среднего ряда (при двухрядном расположении светильников - под одним из рядов в той же точке).

Показатель ослепленности возрастает с увеличением относительного расстояния между рядами светильников и с увеличением длины помещения. Он зависит также от кривой силы света светильников - чем концентрированнее светораспределение, тем меньше показатель ослепленности при одинаковом размещении светильников. Изменение высоты подвеса светильников оказывает меньшее влияние на значение данного показателя, чем значение относительного расстояния между светильниками.

Коэффициент пульсации освещенности зависит от коэффициента пульсации светового потока источника света, светораспределения светильников и их размещения в пространстве освещаемого помещения, а также от схемы их включения в сеть трехфазного электрического тока. Повышение концентрации светового потока светильника и увеличение относительного расстояния между светильниками приводит при прочих равных условиях к его увеличению. Присоединение рядом установленных светильников к разным фазам сети переменного тока снижает коэффициент пульсации.

Для обеспечения высокого уровня работоспособности персонала промышленных предприятий используются две системы освещения: система общего и система комбинированного освещения.

Система общего освещения предназначена не только для освещения рабочих поверхностей, но и всего помещения в целом, а поэтому светильники общего освещения обычно размещаются под потолком помещения на достаточно большом расстоянии от рабочих поверхностей.

Система комбинированного освещения включает в себя как светильники, расположенные непосредственно у рабочего места и предназначенные для освещения только лишь рабочей поверхности (местное освещение), так и светильники общего освещения, предназначенные для выравнивания распределения яркости в поле зрения и создания необходимой освещенности по проходам помещения.

Система комбинированного освещения обычно характеризуется повышенными первоначальными затратами на оборудование по сравнению с системой общего освещения. Так как установленная мощность источников света в системе комбинированного освещения обычно значительно меньше мощности источников при одном общем освещении, в особенности при высоких значениях нормированной освещенности, то расход электроэнергии в условиях системы комбинированного освещения меньше, чем в условиях системы общего освещения.

Основные санитарно-гигиенические требования к нормированию и устройству искусственного освещения

Задачей промышленно-санитарного надзора на стадии проектирования (оценки) осветительной установки является определение соответствия проектных данных нормам.

При гигиенической оценке искусственного освещения рассматриваются следующие вопросы:

правильность установления разряда и подразряда зрительной работы согласно норм и выбора соответствующего уровня освещенности;

правильность выбора типа светильника общего освещения;

правильность устройства и выбора светильников местного освещения;

правильность расчета освещенности, создаваемой светильниками общего освещения;

правильность размещения светильников общего освещения по высоте и горизонтали;

правильность проводки осветительной и силовой сети, способ включения люминесцентных ламп;

правильность выбора аварийного освещения;

правильность обеспечения коэффициента запаса, коэффициента пульсации газоразрядных ламп, коэффициента ослепленности.

Решение перечисленных вопросов производится на основании следующих данных: характеристики рабочих поверхностей и деталей, окраски или коэффициента отражения рабочих поверхностей и контраста их с деталями; коэффициента отражения стен и потолка рабочего помещения; характеристики оборудования - наличие вертикальных поверхностей, движущихся частей, трансмиссий, кранов и т.п., высота рабочих поверхностей; размещение рабочих мест; выбранные системы освещения и источники света; тип и размещение светильников общего освещения, высота подвеса их над полом и рабочей поверхностью; устройство осветительной и силовой сети, напряжение тока в общей осветительной сети и в сети для местного освещения.

Гигиеническая оценка дается исследуемой осветительной установке конкретного помещения или участка, включая источники света, арматуру, систему освещения, уровни освещенности и качественные показатели освещения.

Выбор системы освещения

Для освещения помещений могут использоваться две различные системы: одного общего или комбинированного освещения.

При системе одного общего освещения различают два способа размещения светильников: равномерное и локализованное. При равномерном размещении светильников расстояние между ними устанавливается одинаковое и обеспечивается равномерное освещение всего помещения без учета расположения оборудования.

При локализованном размещении светильники устанавливаются в зависимости от расположения оборудования и рабочих мест. Это позволяет обеспечить лучшее качество освещения рабочей поверхности, создать необходимое направление светового потока, избежать резких теней и т.п.

Преимущества системы общего освещения наиболее существенны при освещении производственных помещений, в которых должны создаваться условия для выполнения работы в любой точке или располагаться оборудование с большой площадью рабочей поверхности.

Система общего освещения обеспечивает более благоприятное распределение яркости в поле зрения работающих, позволяет применять источники света большей мощности, обладающие повышенной световой отдачей по сравнению с лампами малой мощности, используемыми в светильниках местного освещения.

Преимущества комбинированного освещения перед общим определяются следующими показателями: повышением видимости благодаря возможности создания резких собственных теней от рельефных объектов различения за счет выбора соответствующего направления световых лучей; возможностью обеспечения одинаковых условий освещения на однотипных рабочих поверхностях, создания высоких уровней освещенности на вертикальных и наклонных поверхностях, освещения внутренних полостей обрабатываемых изделий, изменения цветности излучения на ограниченном участке рабочих поверхностей, а также меньшими эксплуатационными расходами при больших уровнях освещенности.

В отношении распределения яркости в окружающем пространстве комбинированное освещение менее благоприятно, так как непосредственная близость светильников местного освещения к освещаемой поверхности создает значительно более сосредоточенное освещение пространства.

В ряде случаев качество местного освещения выше, чем общего, что особенно резко выявляется для случаев с рельефными объектами различения, а также с поверхностями, обладающими направленным отражением (металл, лакированные ткани, дерево, стекло и пр.).

Систему комбинированного освещения рекомендуется применять при выполнении точных зрительных работ, относящихся

к I, II, III и IV разрядам по СНиП, на рабочих поверхностях, где общее освещение создает тени (штампы, станки механической обработки, ткацкие станки с жаккардовыми машинами, швейные машины и т.п.); при оборудовании, имеющем вертикальные и наклонные рабочие поверхности; если производственный процесс требует сравнительно высокой освещенности (проборные станки, ситцепечатные машины, электро- и радиомонтажные работы); на рабочих местах, занимающих небольшую часть цеха (столы ОТК, измерительные приборы и т.п.), а также на рабочих поверхностях, требующих переменного направления падающего света.

Систему общего освещения рекомендуется применять: при высокой плотности расположения оборудования, если оно не создает теней на рабочих поверхностях и не требует переменного направления света (сборочные цехи); в помещениях, где рабочей поверхностью может служить каждая точка пола (литейные цехи, сборочные) или где основное оборудование имеет протяженную рабочую поверхность (пряделные, крутильные цехи ткацких фабрик и т.п.); где не требуется значительного напряжения зрения и работы относятся к разряду V и ниже по СНиП (общее наблюдение за ходом производственного процесса, вспомогательные, в том числе санитарно-бытовые, административно-конторские и складские помещения), в помещениях общественного назначения (залы заседания, комнаты отдыха и т.п.), а также в помещениях, где выполняются точные зрительные работы, относящиеся к I-IV разрядам, когда устройство местного освещения невозможно по техническим и конструктивным соображениям.

Локализованное размещение светильников при системе одного общего освещения следует применять в том случае, если рабочие места расположены группами (группы станков, рабочие места у конвейеров); когда на разных участках выполняются работы различной точности, требующие разных уровней освещенности. Локализованное размещение светильников может применяться при освещении рабочих мест на открытых пространствах, где требуется повышенная освещенность по сравнению с общим уровнем освещения всей территории.

Выбор типов источников света и светильников

На современных предприятиях в качестве источников искусственного освещения в основном используются газоразрядные лампы (люминесцентные, ртутные высокого давления с исправленной цветностью типов ДРЛ и ДРИ). Лампы накаливания используются в случаях невозможности или технической нецелесообразности применения газоразрядных ламп.

Промышленностью выпускается несколько типов люминесцентных ламп, отличающихся по цветности и мощности: лампы белого света (ЛБ), лампы дневного света (ЛД и ЛДЦ), лампы тепло-белого света (ЛТБ), лампы холодного белого света (ЛХБ и ЛХБЦ). Газоразрядные источники света имеют линейчатый спектр. Их световая отдача в 2,5 - 3 раза выше по сравнению с лампами накаливания и составляет 30-90 лм/Вт для разных типов ламп.

Наиболее экономичной является люминесцентная лампа типа ЛБ, которую следует применять для освещения большинства производственных помещений. Лампы типа ЛД и ЛДЦ необходимо применять для освещения производственных помещений, где требуется правильная цветопередача.

Выбор типа светильника из числа пригодных для заданных условий среды производится с учетом энергетической и экономической эффективности осветительного устройства. При этом эффективность общего освещения независимо от принятой системы освещения должна определяться с учетом:

- уровня нормируемой освещенности;
- требований норм к качественным показателям освещения, в том числе ограничения отраженной блескости;
- плоскости размещения основных рабочих поверхностей (горизонтальная, вертикальная, наклонная);
- требований к цветопередаче или цветоразличению;
- требований к равномерности распределения освещенности по рабочей зоне освещаемого помещения;
- строительных решений освещаемого помещения (размер модуля, высота);
- эксплуатационных характеристик светильников.

Выбор светильника производится на основании учета особенностей производственного процесса, световой характеристики рабочего помещения, архитектурно-конструктивных особенностей, высоты подвеса светильника и установки его над полом, размещения светильников, состояния воздушной среды в отношении опасности взрыва, пожара, коррозирующего и загрязняющего действия.

Одной из основных характеристик светильника является его светораспределение. В первую очередь следует определить для заданных условий наиболее эффективную кривую силы света. ГОСТ 17677-82 устанавливает следующие основные типы кривых силы света (в любой полусфере): К - концентрированная, Г - глубокая, Д - косинусная, Л - полуширокая, М - равномерная, Ш - широкая, С - синусная. Для освещения производственных помещений используются в основном кривые типа К, Г, Д, Л.

При выборе типа светильников по светораспределению рекомендуется учитывать, что:

а) с увеличением высоты подвеса светильников следует, как правило, использовать светильники с более концентрированным светораспределением;

б) значения качественных показателей осветительного устройства зависят от светораспределения светильников и схем их размещения. При одинаковом размещении светильников в пространстве освещаемого помещения чем концентрированнее их светораспределение, тем больше значения коэффициента пульсации освещенности и показателя неравномерности и тем меньше уровень слепящего действия. При любом светораспределении значения качественных показателей светильника зависят от схем размещения световых приборов и, в частности, от относительного расстояния между ними. Поэтому выбор светораспределения светильников связан со строительными решениями помещений и должен учитывать технически возможное расположение светильников в пространстве освещаемого помещения;

в) при наличии в помещении требований к цветопередаче выбор типа светильника определяется рекомендуемым источником света по требованиям к цветопередаче.

г) при работах с блестящими изделиями (обработанные металлические поверхности, некоторые сорта пластмасс и стекла,

шелковые нити или искусственные волокна и изделия из них и т.д.) уменьшить слепящее действие отраженной блескости можно как снижением яркости выходных отверстий светильников, так и их расположением, обеспечивающим направленность отраженных бликов вне поля зрения работающих. В отдельных случаях следует совмещать оба оказанных способа.

Изменения яркости выходного отверстия светильника связано, как правило, с применением рассеивателей, снижающих КПД светильников, что приводит к повышению расхода электроэнергии. При равномерном размещении рядов рабочих мест по помещению, что однозначно определяет направление линии зрения работающих, более эффективным способом снижения отраженной блескости является установка рядов светильников над проходами между оборудованием вдоль основной линии зрения работающих.

При освещении вертикальных или наклонных поверхностей целесообразно использовать светильники с более широким светораспределением (типа Л или Д). Однако при этом следует учитывать, что в высоких помещениях светильники с такими кривыми силы света малоэффективны.

При выборе типа светильника по исполнению следует учитывать его эксплуатационные качества. При наличии нескольких типов светильников, допустимых по исполнению следует выбирать тот, который при прочих равных условиях, имеет наивысшую эксплуатационную группу.

В зависимости от степени защиты от окружающей среды различают светильники по степени защиты от пыли: незащищенные, незащищенные (перекрытые); пылезащищенные и пыленепроницаемые, а по степени защиты от воды - незащищенные, брызгозащищенные, струезащищенные, водонепроницаемые и герметичные.

Выбор тех или других светильников зависит от характера выполняемых в помещении работ и условий среды.

По распределению светового потока различают следующие типы: светильники прямого света, когда в нижнюю полусферу излучается не менее 80 процентов всего потока; светильники преимущественно прямого света, когда в нижнюю полусферу излучается от 60 процентов до 80 процентов светового потока;

рассеянного света, когда в каждую полусферу излучается от 40 до 60 процентов светового потока; преимущественно отраженного света, когда в нижнюю полусферу излучается от 20 до 40 процентов светового потока и отраженного света, когда в нижнюю полусферу излучается менее 20 процентов светового потока.

Степень возможного ограничения слепящего действия источника света определяется защитным углом светильника, под которым понимают угол между горизонталью и линией, соединяющей край светящей нити (поверхность лампы) с противоположным краем отражателя. Чем больше защитный угол, тем лучше защитное действие светильника. Снижение слепящего действия люминесцентных ламп достигается применением в светильниках разнообразных экранирующих решеток.

Размещение светильников общего освещения

Размещение светильников общего освещения (независимо от принятой системы освещения) может быть равномерным или локализованным.

Под равномерным размещением светильников понимается повторяющееся в каждом строительном модуле одно и то же расположение световых точек или светящихся линий для протяженных светильников; расстояние между соседними светильниками в модуле может быть неодинаковым по длине и ширине помещения.

Равномерность распределения освещенности по освещаемой горизонтальной поверхности зависит от схемы расположения светильников и размещения их по длине и ширине помещения.

Равномерность распределения освещенности зависит от расстояния крайних рядов светильников от стен или ряда колонн - а в продольном сечении - от расстояния между светильниками в ряду по длине помещения. Расстояние между круглосимметричными светильниками в рядах определяется, как правило, шагом колонн.

При равномерном размещении светильников число их рядов в освещаемом помещении определяется уровнем нормируемой освещенности, требованиями к качественным показателям осветительного устройства, строительными параметрами помещения и светораспределением светового прибора.

При этом желательно учитывать, что:

при больших уровнях освещенности и высоких требованиях к качеству освещения, следует устанавливать в одной световой точке два или три светильника, а не увеличивать число их рядов;

расстояние крайних рядов светильников от стен (колонн) следует, как правило, принимать равным 0,3-0,5 от расстояния между рядами светильников, независимо от принятой системы освещения;

расстояние крайних рядов светильников от стен выбирается тем меньше, чем ближе к стенам размещено технологическое оборудование. При наличии проходов у стен это расстояние следует увеличивать, так как в проходах освещенность может быть снижена по сравнению с нормируемым уровнем освещенности для рабочих зон.

Рекомендуется применять двух-, трех-, четырехрядное расположение светильников в помещении. При необходимости светильники в световой точке могут быть сдвоены или даже утроены.

Обычно принято располагать светильники в вершинах прямоугольников - равномерное размещение или параллелограммов - шахматное размещение. При шахматном размещении светильников увеличиваются значения коэффициента пульсации освещенности и показателя неравномерности.

Освещенность в каждой точке рабочей поверхности для помещений высотой 6м и более определяется суммарным действием светильников, расположенных на пяти-семи соседних фермах. В этой ситуации соблюдение требований равномерности распределения освещенности приводит к необходимости применять неравномерное размещение светильников по фермам, что позволяет получить дополнительные энергетически выгодные схемы их размещения. Неравномерное размещение создается либо за счет различного числа светильников в одной световой точке, либо разного расстояния между светильниками в рядах. Такие схемы условно называются неравномерными. Повышение энергетической эффективности осветительных установок за счет неравномерных схем имеет место в тех случаях, когда использование равномерного размещения приводит к значительному отклонению расчетной освещенности от нормируемой. В этом же направлении действует в некоторых случаях и снижение неравномерности распределения освещенности,

которое при использовании неравномерных схем получить значительно легче.

При необходимости снижения освещенности в центральной части пролета, где часто бывает расположен проход, прибегают к раздвижению рядов светильников в сторону колонн, что при использовании равномерных схем размещения дает ограниченный эффект, особенно малый при нечетном числе их рядов, когда центральный ряд сместить нельзя. В этом случае могут оказаться полезными неравномерные схемы размещения, менее загруженные в центре. При этом разгрузка получается либо за счет пропуска части светильников в среднем ряду (расположение их через ферму), либо за счет размещения в этом ряду по одному светильнику в точке вместо двух, как это имеет место в крайних рядах. При необходимости снижения освещенности по оси помещения в широких пролетах могут быть полезны четырехрядные схемы размещения, так как их средние ряды загружены меньше крайних.

Выбор метода расчета

Все применяемые методы расчета освещения можно свести к двум основным: точечному и методу светового потока, называемому методом коэффициента использования.

В принципе, оба метода равноправны, области их применения в значительной степени пересекаются, но между ними есть существенные различия.

Точечным методом можно определить среднюю освещенность, но в основном он предназначен для нахождения освещенности, а точках, и, следовательно, наиболее пригоден для расчета минимальной освещенности, регламентируемой нормами для большинства освещаемых объектов. Этот метод позволяет приближенно определить дополнительную освещенность, создаваемую отраженным светом.

Метод светового потока предназначен для определения средней освещенности и при расчете этим методом минимальная освещенность оценивается лишь приближенно, без выявления точек, в которых она имеет место. Средняя освещенность может быть рассчитана на как угодно расположенной поверхности, но наиболее

употребительные формы этого метода предназначены для расчета только горизонтальной освещенности.

Точечный метод может быть рекомендован для использования в следующих случаях:

при отсутствии необходимости в учете отражений составляющей освещенности;

когда не предъявляются требования к равномерности распределения освещенности по помещению;

при определении освещенности наклонных поверхностей;

при необходимости учитывать возможные затенения.

Метод светового потока целесообразен во всех случаях, когда расчет ведется по средней освещенности и, в частности, для расчета общего равномерного освещения административно - конторских и вспомогательных бытовых помещений для расчета общего равномерного освещения производственных помещений светильниками, не относящимися к классу прямого света.

Применение точечного метода целесообразно для расчета при повышенной неравномерности распределения освещенности (локализованное освещение светильниками прямого света, наружное освещение, рассчитываемое на минимальную освещенность, аварийное освещение и т.п.), а также для расчета освещения наклонных поверхностей, создаваемого светильниками прямого света.

Общее равномерное освещение производственных помещений светильниками прямого света может быть рассчитано любым методом. Однако в ответственных случаях предпочтение следует отдавать точечному методу, так как он позволяет проанализировать распределение освещенности по площади помещения. При использовании концентрированного светораспределения необходимо применять только точечный метод.

Имеются случаи, в которых ни один из указанных методов расчета в отдельности не дает точных результатов. К таковым относится расчет локализованного освещения или освещения наклонных поверхностей в помещениях, освещаемых светильниками, не относящимися к классу прямого света. В этих случаях прямую составляющую освещенности определяют точечным методом, а дополнительную отраженную – светового потока

Необходимо отметить, что упрощенные формы метода светового потока (таблицы удельной мощности, графики Гурова и Прохорова) нашли широкое применение в практике проектирования, когда не требуется обеспечивать высокую точность расчета ОУ.

Расчет искусственного освещения

Расчет искусственного освещения заключается в определении числа и мощности источников света, обеспечивающих нормированную (с учетом коэффициентов запаса) освещенность, либо в определении по заданному размещению светильников и мощности источников света, используемых в них, создаваемой ими освещенности на указанных в нормах рабочих поверхностях.

Освещенность $E_{рп}$ на рабочей поверхности создается световым потоком, поступающим непосредственно от светильника (прямая составляющая освещенности $E_{пс}$) и отраженным, падающим на расчетную поверхность в результате многократных отражений от стен, потолка, пола, оборудования (отраженная составляющая освещенности $E_{ос}$):

$$E_{рп} = E_{пс} + E_{ос} \quad (1)$$

Прямая составляющая освещенности рассчитывается на основе кривой силы света светильника и расположения светильников относительно выбранной точки на рабочей поверхности и поэтому ее значения на отдельных участках рабочей поверхности могут быть различными.

Отраженная составляющая освещенности определяется световым потоком, падающим на отражающие поверхности непосредственно от светильников, т.е. определяется светораспределением светильников, отражающими свойствами ограждающих поверхностей, а также соотношением размеров освещаемого помещения.

Метод расчета прямой составляющей освещенности выбирается в зависимости от применяемых светящихся элементов конкретного осветительного устройства (светильника). В зависимости от соотношения размеров светящихся элементов и расстояний их до

освещаемой поверхности все разновидности светящихся элементов можно разделить на три группы: точечные, линейные и светящие поверхности.

Точечность светящего элемента определяется его относительными размерами по отношению к расстоянию до освещаемой точки пространства. Практически принято считать светящее тело точечным, если его размеры не превышают 0,2 расстояния до освещаемой точки.

К точечным светящим элементам относятся: прожекторы, светильники с ЛН и газоразрядными лампами типов ДРЛ, ДРИ, НЛВД, НЛНД и т.п.

К линейным светящим элементам относятся светящие элементы, имеющие несоизмеримо малые размеры по одной из осей по сравнению с размерами по другой оси. К ним относятся люминесцентные светильники, расположенные непрерывными линиями или линиями с разрывами, а также протяженные светящие панели, длина которых соизмерима с расстоянием до освещаемой поверхности. Основной характеристикой линейных источников является удельная сила света, под которой понимают силу света, излучаемую единицей длины источника (1 м) в плоскости, перпендикулярной его оси, и кривые силы света в продольной и поперечной плоскостях.

Необходимо иметь в виду, что в зависимости от условий применения светящийся элемент может быть отнесен к различным группам. Так, линейный светящийся элемент может рассматриваться как точечный, если его длина в два раза меньше расстояния до точки, в которой определяется создаваемая им освещенность, при этом погрешность при расчете не превышает 5%. Аналогичное допущение может быть принято для светящего равностороннего круга, если расстояние, на котором определяется освещенность, в 2,5 раза превышает диаметр круга.

Подход к расчету отраженной составляющей является общим для всех трех групп светящихся элементов, он заключается в определении первоначально попавшего от светильников светового потока на отражающие поверхности ограждающих помещения конструкций.

ЗАДАНИЕ

1. Рассчитать необходимое общее люминесцентное освещение учебной лаборатории, в которой Вы находитесь.

Исходные данные для расчета

Расположение рабочей поверхности горизонтальное. Высота рабочей поверхности над уровнем пола 0,9 м.

Наименьший размер объекта различения:

вариант 1 - 0,25 мм;

вариант 2 - 0,4 мм;

вариант 3 - 0,18 мм;

вариант 4 - 0,74 мм.

Геометрические размеры лаборатории по факту.

2. Расчет произвести в соответствии с Методическими указаниями к проведению практического занятия «Расчет искусственного освещения» / Курск. гос. техн. ун-т; Сост. В.М. Попов, В.В. Юшин. Курс, 2005.

Содержание отчета

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Краткое описание методики расчета.
4. Алгоритм и результаты расчета.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Основные санитарно-гигиенические требования к нормированию и устройству искусственного освещения.
2. Существующие системы освещения. Их предназначение.
3. Типы источников света и светильников.
4. Равномерное и локализованное размещение светильников общего освещения.
5. Существующие методы расчета освещения. Их характеристика.

Библиографический список

1. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение
2. ГОСТ 24940-96. Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.
3. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий
4. Пособие к СНиП 11-4-79 Пособие по расчету и проектированию естественного, искусственного и совмещенного освещения. – М.: Стройиздат, 1985. – 21 с.
5. ГОСТ ИСО 8995-2002 Принципы зрительной эргономики. Освещение рабочих систем внутри помещений. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003 год
6. Глебова Е.В. Производственная санитария и гигиена труда: Учеб. Пособие для вузов./ Е.В.Глебова. – М.: Высш. Шк., 2005. – 383 с.
7. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль: Руководство. В 2-х т. / Н.Ф.Измеров, Г.А.Суворова, Н.А.Куралесин и др. Т. 1. – М.: Медицина, 1999. – 326 с.; Т. 2. – М.: медицина, 1999. – 440 с.
8. Руководство Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
9. СП 1.1.1058-01 Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий.
10. МР 3863-85 Методические рекомендации по установлению уровней освещенности (яркости) для точных зрительных работ с учетом их напряженности
11. МУ 2.2.4.706-98ОМ/МУ ОТ РМ 01-98 Методические указания Оценка освещения рабочих мест.