

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ДНР
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОХРАНА ТРУДА»
для студентов всех специальностей и направлений подготовки**

(Проект-предварительный)

19/00-2020-00

Горловка – 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ДНР
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор АДИ ГОУВПО «ДонНТУ»
М. Н. Чальцев
20 __ г.

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОХРАНА ТРУДА»
для студентов всех направлений подготовки
(Проект-предварительный)**

19/00-2020-00

«РЕКОМЕНДОВАНО»

Учебно-методическая комиссия
факультета «Дорожно-транспортный»

Протокол № __ от _____ 20__ г.

«РЕКОМЕНДОВАНО»

Кафедра «Экология и БЖД»

Протокол №__от_____20__ г.

«РЕКОМЕНДОВАНО»

Учебно-методическая комиссия
факультета «Транспортные и инфор-
мационные технологии»»

Протокол № __ от _____ 20__ г.

Горловка – 2020

УДК 656.13.004 (071)

Учебно-методическое пособие к выполнению практических работ по дисциплине «Охрана труда» для студентов всех специальностей и направлений подготовки (*Проект-предварительный*) [Электронный ресурс] / составители В.А. Кутовой, М.В. Коновальчик. – Электрон. данные. – Горловка: ГОУВПО «ДонНТУ» АДИ, 2020.

Изложена методика расследования, учета и анализа несчастных случаев на производстве, методика исследования параметров микроклимата на рабочих местах, естественной и искусственной освещенности, производственного шума и вибрации с целью разработки комплекса инженерно-технических и организационных мероприятий с целью снижения влияния на работающих вредных и опасных производственных факторов.

Составители: Кутовой В.А., ст. преподаватель,
Коновальчик М.В., к.т.н., доцент.

Ответственный за выпуск: Кутовой В.А., ст. преподаватель.

Рецензент:

© ГОУВПО
«Донецкий национальный технический университет»
Автомобильно-дорожный институт, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Правила техники безопасности при выполнении практических работ	6
2 Практическое занятие №1. Расследование и учет производственного травматизма.	7
3 Практическое занятие №2. Исследование микроклимата на рабочих местах	30
4 Практическое занятие №3. Исследование естественной освещенности в производственном помещении	42
5 Практическое занятие №4. Исследование искусственного освещения.....	56
6 Практическое занятие №5. Исследование производственного шума и методов борьбы с ним.....	0
7 Практическое занятие №6. Исследование производственной вибрации...	78
8 Практическое занятие №7. Применение первичных средств пожаротушения	91
Список литературы.....	

Введение

Охрана труда — это система сохранения жизни и здоровья наемных работников и приравненных к ним лиц в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Таким образом, в состав системы охраны труда входят следующие элементы:

1. Производственная санитария определяется как система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

2. Гигиена труда характеризуется как профилактическая медицина, изучающая условия и характер труда, их влияние на здоровье и функциональное состояние человека и разрабатывающая научные основы и практические меры, направленные на профилактику вредного и опасного воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на работающих.

3. Электробезопасность — состояние защищённости работника от вредного и опасного воздействия электрического тока, электродуги, электромагнитного поля и статического электричества.

4. Пожарная безопасность — состояние защищённости личности, имущества общества и государства от пожаров.

5. Безопасность жизнедеятельности — наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека с техносферой.

6. Управление безопасностью труда — организация работы по обеспечению безопасности, снижению травматизма и аварийности, профессиональных заболеваний, улучшению условий труда на основе комплекса задач по созданию безопасных и безвредных условий труда. Основана на применении законодательных нормативных актов в области охраны труда.

7. Управление профессиональными рисками - комплекс взаимосвязанных мероприятий, включающих в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессиональных рисков.

1 Правила техники безопасности при выполнении практических работ

1.1 Общие требования

Перед проведением лабораторных работ студенты должны пройти вводной и первичный инструктажи на рабочем месте и обязательно заверить это подписью в журнале регистрации.

Проведение инструктажа по охране труда и проверка его усвоения студентами возлагается на преподавателя, который ведет занятие.

За нарушение правил охраны труда студент несет дисциплинарную ответственность.

1.2 Перед началом работы

Приступать к проведению лабораторной работы можно только после инструктажа по правилам техники безопасности, изучения устройства, правил пользования приборами и после разрешения преподавателя.

Не приступать к работе, если замечено повреждение изоляции электропроводки, электрических шнуров и штепсельных розеток: немедленно довести об этом до сведения преподавателя или лаборанта.

1.3 Во время работы

Выполнение лабораторных работ следует проводить на установленном рабочем месте, следуя указаниям преподавателя и требованиям методических указаний. В случае возникновения неисправности в электрических приборах, которые установлены на рабочем месте и находятся под напряжением, необходимо немедленно отключить их от сети и проинформировать об этом преподавателя или лаборанта.

В случае появления дыма, искрения или очага пожара, в результате короткого замыкания при включении электроприборов, необходимо отключить напряжение и, только после этого приступить к тушению углекислотным огнетушителем, песком или асбестовым покрывалом.

Студентам **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** включать без необходимости в сеть переменного тока электрические приборы, оставлять их без присмотра, а также разбирать и ремонтировать их.

1.4 После окончания работы

После проведения измерений все приборы необходимо выключить и привести в начальное положение.

Привести в порядок оборудование и свое рабочее место.

Обо всех неисправностях оборудования и замеченных недостатках сообщить преподавателю.

2 Практическое занятие №1

Расследование и учет производственного травматизма

Цель работы - усвоить порядок расследования производственного травматизма и профессиональных заболеваний, методы учета и анализа производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

2.1 Теоретическая часть

2.1.1 Классификация причин несчастных случаев

Основной целью расследования несчастных случаев на производстве является предупреждение их повторения. За несчастным случаем всегда кроется то или другое нарушение требований безопасности, то есть каждый несчастный случай имеет полностью определенную причину или несколько причин. Для исключения несчастного случая необходимо знать и устранить причины, которые его вызывают.

Причинами несчастных случаев на производстве могут быть: технические, организационные, санитарно-гигиенические и психофизиологические. Технические причины (составляют 50% всех несчастных случаев) - конструктивные недостатки оборудования, техническая неисправность оборудования, несовершенство или отсутствие средств безопасности и т. д.

Организационные причины составляют 25% всех несчастных случаев, которые в основном зависят от уровня организации труда на предприятии (организации). К ним относятся нарушения технологического процесса, неправильное содержание и организация рабочих мест и проходов, нарушения правил эксплуатации оборудования, отсутствие средств индивидуальной защиты, неудовлетворительная организация труда, недостаточная обученность персонала и т. и.

Санитарно-гигиенические причины - неблагоприятные метеорологические условия, повышенный уровень шума, вибрации и излучения, нерациональное освещение, антисанитарное состояние помещений и рабочих мест и т. д.

Психофизиологические причины - недостаточный уровень внимания, физическое, нервно-эмоциональное перенапряжение человека, нервно-психические перегрузки, опьянения и т. д.

Данная классификация вносит определенную четкость и порядок при анализе обстоятельств несчастных случаев и выявлении их причин.

По степени тяжести несчастные случаи делятся на *микротравмы* (без потери работоспособности), *легкие* (со временной потерей работоспособно-

сти), *тяжелые* (с полной или частичной потерей работоспособности) и *смертельные* (травмы с летальным результатом).

В зависимости от количества пострадавших несчастные случаи подразделяются на *индивидуальные* и *групповые* (что произошли с двумя или более работающими).

По месту события несчастные случаи бывают *производственного* и *непроизводственного* характера.

2.1.2 Порядок расследования и учета несчастных случаев производственного характера

В соответствии с Приказом Государственного Комитета Гортехнадзора ДНР №355 от 27.08.2015 г. «Об утверждении Положения о расследовании и ведении учета несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве» расследование и учет несчастных случаев производятся при условии, если они произошли:

а) с лицами, фактически допущенными к работе в пользу предприятия (это отвечает требованиям Кодекса законов о труде ДНР, согласно которому трудовой договор считается действительным, если работник был фактически допущен к работе, даже без письменного оформления договора, но не распространяется на военнотружеников и лиц, которые проходят военную службу согласно уставам военной службы);

б) с воспитанниками, учениками, студентами, курсантами, слушателями, стажерами, клиническими ординаторами, аспирантами, докторантами во время учебно-воспитательного процесса, в частности во время учебы, производственной практики на выделенном участке предприятия под руководством уполномоченных представителей учебного заведения;

в) при выполнении трудовых обязанностей (в частности случаи, происшедшие с работником во время движения к месту командировки и в обратном направлении согласно командировочному заданию), а также при работе в пользу предприятия без специального поручения руководства;

г) при внезапном ухудшении здоровья, ранении;

д) при внезапном ухудшении здоровья, ранении или его смерти вследствие острой сердечно-сосудистой недостаточности в бытность на подземных работах или после выведения работника на поверхность с признаками острой сердечно-сосудистой недостаточности, которая подтверждается медицинским заключением. Медицинское заключение о связи ухудшения состояния здоровья работника с действием на него опасных или вредных производственных факторов или о противопоказании по состоянию здоровья работника производить указанную работу предоставляется лечебно-

профилактическим учреждением по месту лечения потерпевшего на запрос работодателя или председателя комиссии;

е) на рабочем месте, на территории предприятия или в другом месте работы в течение рабочего времени, включая установленные перерывы;

ж) в течение времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства и одежды перед началом или после окончания работы;

з) по пути на работу или с работы на транспорте предприятия;

и) во время аварий, пожаров на производственных объектах;

к) во время предоставления предприятием шефской помощи;

л) по пути пешком или на любом виде транспорта (личном, государственном), когда работа связана с перемещением между объектами обслуживания;

м) по пути на транспорте или пешком к месту работы или с работы при выполнении разового задания руководства без оформления документа о командировке.

Во всех этих случаях, когда работник потерял работоспособность на один день и более, составляется акт по форме Н-1 и акт расследования по форме Н-5. Расследованию также подлежат внезапные ухудшения состояния здоровья, ранения. Расследование распространяется также на физических лиц - субъектов предпринимательской деятельности, которые, согласно законодательству, используют наемный труд; на лиц, которые обеспечивают себя работой самостоятельно при условии добровольной уплаты ими взносов на государственное социальное страхование от несчастного случая на производстве и профессионального заболевания.

Не берутся на учет и не составляются акты по форме Н-1 в случаях, если:

а) результате расследования установлен факт самоубийства или травма произошла в результате преступления (кража) и т. д.;

б) травма произошла в результате алкогольного или наркотического опьянения;

в) несчастный случай произошел во время спортивных игр (волейбол, теннис и др.) на территории предприятия;

г) несчастный случай произошел в бытность потерпевшего на территории предприятия в нерабочее время, в выходные или праздничные дни и не был связан с поручением владельца, личной необходимостью получения зарплаты, посещением поликлиник и т. д.;

д) несчастный случай произошел по пути на работу или с работы на общественном или личном транспорте;

е) несчастный случай произошел при самовольном использовании в личных целях механизмов, оборудования или транспорта, который принадлежит предприятию.

О каждом несчастном случае свидетель или сам пострадавший должен сообщить непосредственному руководителю работ (мастеру или инженеру), который обязан, :

а) срочно организовать медицинскую помощь пострадавшему и его доставку в медсанчасть или другое лечебное учреждение (больницу, поликлинику) и т. д.;

б) сообщить руководителю подразделения предприятия (начальнику отдела, цеха, лаборатории и т. д.), владельцу предприятия;

в) сохранить к прибытию комиссии по расследованию обстановку на рабочем месте и оборудование в таком состоянии, в котором они были на момент события.

В соответствии с Законом «Об общеобязательном государственном страховании от несчастного случая на производстве и профессионального заболевания потерявших работоспособность» определено, что о каждом несчастном случае предприятие сообщает соответствующему местному рабочему органу исполнительной дирекции Фонда социального страхования от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний ДНР, а также направляет ему один экземпляр акта по форме Н-1 вместе с копией акта расследования по форме Н-5.

Владелец предприятия, получив сообщение о несчастном случае, приказом назначает комиссию по расследованию в составе: страхового эксперта Фонда (председатель комиссии), представителя профсоюзной организации, представителя соответствующего рабочего органа исполнительной дирекции Фонда. Пострадавший или лицо, которое представляет его интересы, не включается в состав комиссии, но имеет право участвовать в заседаниях, выражать свои предложения, прикладывать к материалам расследования документы, которые касаются несчастного случая, давать соответствующие объяснения, в частности выражать в устной и письменной форме личное мнение об обстоятельствах и причинах несчастного случая и получать от председателя комиссии информацию о ходе проведения расследования.

Комиссия по расследованию обязана в течение 3-х суток с момента события:

а) обследовать место несчастного случая, опросить свидетелей и по возможности получить объяснение от пострадавшего;

б) установить обстоятельства и причины несчастного случая, определить ответственных за это лиц, а также разработать мероприятия относительно предупреждения подобных случаев;

в) составить акт по форме Н-1 и акт расследования по форме Н-5 в 5 экземплярах, в котором указать наличие вины в несчастном случае предприятия, потерпевшей или другого лица, после чего направить его на утверждение

владельцу предприятия. Владелец предприятия обязан в течение суток рассмотреть и утвердить акты.

В случае наступления несчастного случая с лицом, которое обеспечивает себя работой самостоятельно, при условии добровольной уплаты им взносов на государственное социальное страхование от несчастного случая на производстве и профессионального заболевания, расследование организует соответствующий рабочий орган исполнительной дирекции Фонда.

Для расследования группового, тяжелого (инвалидного) и смертельного несчастных случаев назначается комиссия по специальному расследованию в следующем составе: руководитель соответствующего территориального органа государственного надзора за охраной труда, представитель министерства для государственных предприятий, владелец предприятия, представитель соответствующего подразделения местного органа государственной исполнительной власти, профсоюзной организации предприятия и соответствующего профсоюзного органа. Срок оформления акта специального расследования не более 10 дней. Кроме акта специального расследования Н-5 на каждого пострадавшего оформляется акт по форме Н-1. Владелец предприятия обязан в 5-дневный срок после окончания расследования:

а) рассмотреть материалы специального расследования несчастного случая и выдать приказ о проведении мероприятий относительно устранения причин подобных случаев и привлечь к ответственности работников, которые допустили нарушение законодательных и нормативных актов об охране труда;

б) выслать все материалы расследования прокуратуре и соответствующему органу государственного надзора за охраной труда.

Для несчастных случаев, которые произошли с водителями, машинистами, пилотами (экипажем) транспортных средств (автомобилей, поездов, самолетов, морских и речных судов и т. и.) во время нахождения в рейсе, а также вследствие катастроф, аварий и событий на транспорте, продлен срок расследования таких случаев, но не более чем на месяц.

2.1.3 Возмещение ущерба работникам в случае причинения вреда их здоровью

Помощь в связи со временной неспособностью выплачивается в размере 100% среднего заработка.

Первые пять дней временной неспособности оплачиваются владельцем или уполномоченным им органом за счет средств предприятия, учреждения, организации. Расходы, связанные с оплатой первых пяти дней неспособности наемных работников, предприятия относят на валовые расходы в соответствии с Законом «О налогообложении предприятий», а

бюджетные учреждения и организации - на их расходы по коду экономической классификации 1120 «Начисления на заработную плату».

Назначение и выплата помощи в связи со временной нетрудоспособностью с шестого дня осуществляется страхователем за счет страховых взносов на социальное страхование от несчастного случая в сроки, установленные для выплаты заработной платы.

Сумма помощи в связи с временной нетрудоспособностью определяется умножением среднегодовой помощи, которая равняется среднему заработку за сутки, на количество рабочих дней периода нетрудоспособности, которые пострадавший должен был отработать согласно графику работы.

Вычисление среднего заработка для выплаты помощи в связи с временной нетрудоспособностью осуществляется в соответствии с «Порядком вычисления средней заработной платы».

В соответствии с п. 7 «Закона о страховых тарифах на социальное страхование от несчастного случая» работодатель продолжает выплачивать потерпевшему страховые суммы и оказывать предвиденные законодательством социальные услуги в счет страховых взносов до тех пор, пока дела потерпевших не будут переданы рабочим органам исполнительной дирекции фонда.

В случае смерти пострадавшего размер одноразовой помощи должен быть не менее пятилетнего заработка работника на его семью, кроме того, не менее годового заработка на каждого иждивенца умершего (дети, не достигшие 18 лет, учащиеся, студенты, курсанты до 23 лет, а также ребенок, который родился после смерти потерпевшего).

Если несчастный случай имел место вследствие невыполнения пострадавшим требований нормативных актов по охране труда, размер одноразовой помощи может быть уменьшен в порядке, который определяется трудовым коллективом по предоставлению владельца и профсоюзного комитета предприятия, но не более чем на 50%.

Владелец возмещает потерпевшему затраты на лечение, приобретение лекарств, санитарно-курортное лечение и т. д. За работниками, которые потеряли трудоспособность в связи с несчастным случаем, сохраняется место работы, должность и средняя заработная плата на весь период возобновления трудоспособности.

Время пребывания на инвалидности в связи с несчастным случаем на производстве засчитывается в стаж работы для назначения пенсии по возрасту.

Возмещение морального ущерба осуществляется владельцем, если вследствие опасных или вредных условий труда пострадавшему была нанесена моральная травма, нарушены его нормативные жизненные связи, от него требуются дополнительные усилия для организации своей жизни (невоз-

возможность реализовать свои привычки и желания, ухудшение отношений с окружающими людьми, последствия этического характера).

2.1.4 Сообщение о несчастных случаях

Лечебно-профилактические учреждения, в которые обратились или были доставлены пострадавшие вследствие несчастных случаев, в течение суток посылают письменное сообщение по установленной форме:

а) о несчастных случаях со смертельным результатом, а также о групповом несчастном случае, который произошел одновременно с двумя и более лицами - в районную госадминистрацию (исполнительный орган городского, районного совета в городе);

б) о несчастном случае со смертельным результатом, который связан с причинением телесных повреждений другими лицами, а также о несчастном случае, который произошел вследствие контакта с оружием, боеприпасами и взрывчатыми материалами или во время дорожно-транспортного происшествия - органам внутренних дел.

Сообщения о несчастных случаях со смертельным результатом высылают также органам прокуратуры.

Лечебно-профилактические учреждения, в которые обратились или были доставлены пострадавшие, ведут регистрацию несчастных случаев в отдельном журнале по установленной форме.

2.1.5 Расследование несчастных случаев

Расследование несчастных случаев проводится с целью определения их обстоятельств и причин. На основании результатов расследования разрабатываются мероприятия относительно предотвращения подобных случаев, а также относительно решения вопросов социальной защиты потерпевших.

В процессе расследования берутся к вниманию листок неспособности или справка лечебно-профилактического учреждения, а также объяснения потерпевшего и свидетельства очевидцев.

Расследование несчастных случаев со смертельным результатом, групповых несчастных случаев в случае смерти хотя бы одного из потерпевших, несчастных случаев, связанных с причинением телесных повреждений другим лицом, а также несчастных случаев, которые произошли вследствие контакта с оружием, боеприпасами и взрывными материалами, проводится органами внутренних дел или прокуратурой.

Районная госадминистрация (исполнительный орган городского, районного совета в городах) в течение суток с момента получения от лечебно-профилактического учреждения сообщения о несчастном случае (за исклю-

чением случаев со смертельным результатом) принимает решение о создании комиссии по расследованию несчастного случая.

В работу комиссии по расследованию несчастного случая могут включаться представители организации, в которой работают или учатся потерпевшие, организации, на территории или объекте которых состоялся несчастный случай, а также представители органов здравоохранения, защиты прав потребителей, образования, эксперты страховой компании (если потерпевший был застрахован).

В расследования несчастных случаев, которые произошли по пути на работу или с работы, включаются представители профсоюзного органа или уполномоченные трудового коллектива, если потерпевший не является членом профсоюза.

В случае обращения потерпевшего или лица, который представляет его интересы (если не приходило сообщение от лечебно-профилактического учреждения о несчастном случае), районная госадминистрация (исполнительный орган городского, районного в городе совета) принимает решение о необходимости проведения расследования и определения организации, которая должна проводить расследование, и направляет ее руководителю копию решения.

Руководитель организации в течение суток с момента получения решения о полномочии ее на проведение расследования назначает комиссию в составе не менее трех человек.

Несчастные случаи (за исключением групповых), которые произошли с работающими лицами, расследуются комиссией, созданной организацией, где работает потерпевший, в составе председателя комиссии - должностного лица, которого определяет руководитель организации, и членов комиссии - руководителя соответствующего структурного подразделения, представителя профсоюзной организации, членом которой является потерпевший, или уполномоченного трудового коллектива, если потерпевший не является членом профсоюза.

Решение о расследовании несчастного случая принимается руководителем организации на основании обращения потерпевшего, листка нетрудоспособности или справки лечебно-профилактического учреждения.

В случае отказа организации провести расследование несчастного случая потерпевший или лицо, которое представляет его интересы, может обратиться в районную госадминистрацию (исполнительный орган городского, районного совета в городе), которая решает вопрос о проведении этого расследования.

Расследование несчастного случая проводится в течение 10 календарных дней после создания комиссии. В случае необходимости этот срок мо-

жет быть продлен руководителем органа (организации), который проводил расследование.

По результатам расследования несчастного случая составляется акт по форме НТ (непроизводственный травматизм), утверждаемый руководителем органа (организации), который проводил расследование.

Необходимое количество экземпляров акта определяется в каждом отдельном случае.

Акт по форме НТ высылается:

- а) потерпевшему или лицу, которое представляет его интересы;
- б) районной госадминистрации (исполнительный орган городского, районного совета в городе);
- в) организации, где работает или учится потерпевший;
- г) организации, которая отвечает за безопасность на территории или объекте, где произошел несчастный случай.

Копия акта высылается органам внутренних дел, прокуратуре и другим организациям по их запросу.

Во время расследования групповых несчастных случаев акт по форме НТ составляется на каждого потерпевшего отдельно.

Для составления акта по форме НТ используются классификаторы событий, которые привели к несчастному случаю, причин несчастных случаев, мест событий.

Акты по форме НТ, которые составляются по результатам расследования несчастных случаев с работающими лицами, хранятся в организации вместе с материалами расследования в течение 45 лет. Акт по форме НТ и материалы расследования несчастных случаев с неработающими лицами хранятся в течение трех лет в архиве районной госадминистрации.

Регистрация несчастных случаев, по результатам расследования которых составляются акты по форме НТ, проводится районной госадминистрацией (исполнительный орган городского, районного совета в городе) и организациями, которые проводили расследование, в журнале по установленной форме.

Организация, которая отвечает за безопасность населения на территории или объекте, где произошел несчастный случай, осуществляет предложенные комиссией, которая проводила расследование, мероприятия относительно устранения причин возникновения подобных случаев. Об осуществлении указанных мероприятий руководитель организации в письменной форме оповещает районную госадминистрацию (исполнительный орган городского, районного в городе совета) в срок, указанный в акте по форме НТ.

2.1.6 Учет и анализ несчастных случаев

Учет несчастных случаев и анализ причин их возникновения проводят районные госадминистрации (исполнительный орган городского, районного совета в городе) на основании отчетов о несчастных случаях по установленной форме, которые ежемесячно присылаются лечебно-профилактическими учреждениями.

Обобщенный отчет о несчастных случаях районные госадминистрации (исполнительный орган городского, районных советов в городе) посылают в вышестоящие организации ежеквартально до 15 числа месяца, который наступает после отчетного периода, а также за год - до 31 января следующего за отчетным годом.

2.1.7 Порядок расследования причин профессиональных заболеваний

Владелец предприятия обязан организовать расследование причин каждого случая профзаболевания в течение 7 дней с момента получения извещения о профзаболевании.

Расследование профзаболевания проводится комиссией по расследованию, которая назначается приказом руководителя санэпидемстанции. Владелец предприятия обязан предоставить комиссии все данные для расследования, помещения, организовать оформление материалов расследования.

Комиссия обязана провести расследование обстоятельств и причин профзаболевания; составить акт расследования по утвержденной форме, в котором должна наметить мероприятия по предупреждению развития профзаболевания, обеспечению нормализации условий труда, а также определить ответственность предприятия и должностных лиц за возникновение профзаболевания. Акт расследования профзаболевания составляется комиссией по расследованию в 5-ти экземплярах в течение трех суток после окончания расследования и посылается: больному, предприятию, поликлинике (или больнице, обслуживающей данное предприятие), профсоюзной организации и санэпидемстанции .

Акт хранится на предприятии и в санэпидемстанции 45 лет, в других организациях - два года.

По результатам расследования профзаболеваний владелец предприятия издает приказ об осуществлении мероприятий относительно предупреждения профзаболеваний, а также о привлечении к ответственности лиц, по вине которых допущены нарушения санитарных норм и правил, которые привели к возникновению профзаболеваний.

2.1.8 Методы анализа производственного травматизма

Для анализа производственного травматизма применяют три основных метода: статистический, монографический и экономический.

Самым распространенным методом статистический. Этот метод основан на анализе изучения причин травматизма по документам, в которых регистрируются случаи (акты формы Н - 1, листки нетрудоспособности) за определенный период времени. Статистический метод дает возможность количественно оценить уровень травматизма с помощью относительных показателей : коэффициента частоты ($K_{\text{ч}}$) и коэффициента тяжести ($K_{\text{т}}$) травматизма. Коэффициент частоты травматизма ($K_{\text{ч}}$) определяет количество несчастных случаев, которые приходится на 1000 работающих, :

$$K_{\text{ч}} = \frac{1000 \cdot T}{P}, \quad (2.1)$$

где T - общее количество пострадавших за определенный период времени;

P - среднее количество работающих по списку за тот же период времени.

Коэффициент тяжести травматизма ($K_{\text{т}}$) является числом дней нетрудоспособности, которые приходится на один несчастный случай,:

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{T}, \quad (2.2)$$

где D - количество дней нетрудоспособности по закрытым больничным листам за определенный календарный период.

Для объективной оценки положения травматизма на предприятии используется коэффициент общего травматизма ($K_{\text{общ}}$):

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{ч}} \cdot K_{\text{т}} = \frac{D \cdot 1000}{P}. \quad (2.3)$$

Подвидами статистического метода являются групповой и топографический методы.

Групповой метод основан на повторяемости несчастных случаев независимо от тяжести травматизма. При этом несчастные случаи распределяются по характеру повреждения, видами работ, стажу, квалификации, профессиям, возрасту, оборудованию и т. д.

Топографический метод заключается в изучении причин несчастных случаев по месту их происхождения, при этом все несчастные случаи нано-

сятся условными знаками на планы цехов, участков и предприятия в целом, в результате чего наглядно видны места травматизма.

Монографический метод заключается в детальном обследовании всего комплекса условий труда, в котором произошел несчастный случай: трудового и технологического процесса, рабочего места, оборудования, средств защиты.

Экономический метод заключается в определении экономического ущерба от травматизма для выяснения экономической эффективности расходов на разработку и внедрение мероприятий относительно охраны труда.

При статистическом анализе заболеваемости на производстве используют относительные показатели частоты ($K_{чз}$) и тяжести ($K_{тз}$) случаев заболеваний:

$$K_{чз} = \frac{Б \cdot 100}{P}, \quad (2.4)$$

$$K_{тз} = \frac{Д}{Б}, \quad (2.5)$$

где $Б$ - количество случаев заболеваний за отчетный период;

P - среднее количество работающих по списку за тот же период;

$Д$ - количество дней нетрудоспособности по закрытым больничным листкам.

2.1.9 Пояснения относительно заполнения акта по форме Н-1

Акт состоит из текстовой и кодовой частей, которые заполняются в соответствии с общепринятыми (установленными) сроками, межотраслевыми, отраслевыми и специально разработанными классификаторами.

Коды отмечаются в клеточках с правой стороны страницы акта.

Кодировка актов по форме Н-1 является обязательной.

Пункт 1. В первой строке число и месяц кодируются в соответствии с их порядковыми номерами, а год - двумя последними цифрами.

Например: дата «1 декабря 1998 года» кодируется так: |0|1|1|2|9|8|.

Во второй строке отмечается и кодируется время, когда произошел несчастный случай, например:

время «22 час 30 минут» кодируется так: |2|2|3|0|.

Пункт 2. Кодируется в соответствии с Единым государственным реестром Донецкой Народной Республики.

Подпункт 2.5. Название цеха, участка кодируется в соответствии с отраслевым классификатором (кодификатором), а если его нет, отмечается название цеха, участка в соответствии с утвержденным перечнем подразде-

лений предприятия.

Примечание. Коды к пункту 2 и подпункту 2.1 - постоянные для каждого предприятия и определяются по Единому государственному реестру Донецкой Народной Республики.

Подпункт 3.1. Пол кодируется так: 1 - мужской, 2 - женский.

Подпункт 3.2. Отмечается число, месяц и год рождения, а кодируется количество полных лет потерпевшего на время наступления несчастного случая.

Например: 45 лет - |45|.

Подпункт 3.3. Профессия (должность), разряд (класс) записываются и кодируются в соответствии с Классификатором профессий ДК 003:2010 (В соответствии с постановлением Совета Министров Донецкой Народной Республики от 02 июня 2014 г. №9-1 «О применении Законов на территории Донецкой Народной Республики в переходный период» (с изменениями и дополнениями), на территории Донецкой Народной Республики действует Классификатор профессий 003:2010 (по состоянию на 1 сентября 2012 года (с изменениями, утвержденными приказом Министерства экономического развития и торговли Украины от 16 августа 2012 № 923.)

В случае, когда пострадавший имеет несколько профессий, отмечается и во время работы по которой произошел несчастный случай.

Подпункты 3.4. и 3.5. При указании стажа работы: общего, по основной профессии (должности), на которую оформлен пострадавший, по производимой работе, во время которой произошел несчастный случай, отмечается и кодируется количество полных лет на момент наступления несчастного случая.

Например: 20 лет - |20|, 15 лет - |15|, 5 лет - |5|.

Если стаж не достигает года, в текстовой части отмечается количество месяцев (дней), а кодируется - 00.

Например: 9 месяцев 2 дня - |00|.

Пункт 4. Заполняется в соответствии с Типовым положением о порядке проведения обучения и проверки знаний по вопросам охраны труда Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики.

Кодировка осуществляется, как и в пункте 1, шестизначными кодами - число, месяц, год.

Например: 04.12.95 - дата проведения (завершение) учебы по профессии, вводного, первичного, повторного или целевого инструктажа, последней проверки знаний по охране труда - |0|4|1|2|9|5|.

В случае невыполнения любой позиции напротив нее ставятся нули |00|.

Пункт 5. Заполняется в соответствии с Положением о медицинском об-

зоре работников определенных категорий, утвержденного приказом МОЗ. Кодировка осуществляется, как и в пункте 1, шестизначными кодами - число, месяц, год.

Пункт 6. Во время описания обстоятельств несчастного случая дается сжатая характеристика условий труда и действий пострадавшего, излагается последовательность событий, которые происходили перед наступлением случая, описывается, как проходил процесс труда, а также отмечается, кто руководил работой или организовал ее.

Подпункт 6.1. Вид события. Заполняется и кодируется в соответствии с отмеченным ниже классификатором - подраздел 1.

Подпункт 6.2. Вредный или опасный фактор и его значение. Заполняется в соответствии с ГОСТ 12.0.003 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Вредный фактор кодируется в соответствии с классификатором № 6 МОЗ.

Пункт 7. Причины несчастного случая. Отмечаются и кодируются три причины несчастного случая в соответствии с отмеченным ниже классификатором - подраздел II. Основная причина несчастного случая отмечается первой.

Если причин несчастного случая больше чем три, другие причины отмечаются в акте лишь в текстовой части.

Пункт 8. Оборудование кодируется в соответствии с классом и подклассом высших классификационных группировок ЗКП (ВКУЗКП). Основные классы и подклассы ЗКП (ВКУЗКП) приведены в подразделе 3 (Оборудование, машины, механизмы, транспортные средства, эксплуатация которых привела к несчастному случаю).

Например: станки металлорежущие - |381|, оборудование горно - шахтное - |314|.

Пункт 9. Отмечается диагноз по листку нетрудоспособности или справке лечебно-профилактического заведения. Кодировка согласно форме № 23-ТН "Отчет о причинах временной нетрудоспособности".

Подпункт 9.1. В случае пребывания потерпевшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения кодируется |1|.

Запись делается на основании вывода, который складывается врачом, который проводил обзор потерпевшего.

Пункт 10. Отмечаются должностные лица и работники, в том числе пострадавший, которые допустили нарушение требований законодательных и других нормативно-правовых актов об охране труда, действия или бездействие которых стали основной или сопутствующей причиной несчастного случая (в соответствии с пунктом 7).

В случае, когда нарушение допущено работниками другого предприятия или посторонним лицом, этот факт обязательно фиксируется.

Законодательные и другие нормативно-правовые акты об охране труда кодируются в соответствии с Государственным реестром межотраслевых и отраслевых нормативных актов об охране труда.

Пункт 12. Отмечается каждое мероприятие отдельно. Не следует вносить в этот пункт мероприятия по наложению взысканий.

2.1.10 Классификатор

1. Вид события, которое привело к несчастному случаю:

001 - дорожно-транспортное происшествие, в том числе:

001.1 - наезд транспортных средств;

002 - падения пострадавшего, в том числе:

002.1 - падения пострадавшего во время передвижения;

002.2 - падения пострадавшего с высоты;

002.3 - падения пострадавшего в колодец, емкость, яму и тому подобное;

003 - падение, обрушение предметов, материалов, породы, почвы и тому подобное;

003.1 - обрушивание, обрушение зданий, сооружений и их элементов;

003.2 - обрушение и обрушивание породы, почвы и тому подобное;

004 - действие предметов и двигающихся, разлетающихся, вращающихся деталей, в том числе:

004.1 - действие подвижных и вращающихся деталей оборудования, машин и механизмов;

004.2 - действие предметов, которые разлетаются в результате взрыва или разрушения приборов сосудов, находящихся под давлением, в вакууме;

005 - поражение электрическим током, в том числе:

005.1 - при прикосновении к линиям электропередачи и оборванным проводам;

006 - действие экстремальных температур (кроме пожаров);

007 - действие вредных и токсичных веществ;

008 - действие ионизирующего излучения;

009 - физические перегрузки;

10 - нервно-психические перегрузки;

11 - повреждение в результате контакта с животными, насекомыми и другими представителями флоры и фауны;

12 – утопления;

13 - асфиксии;

14 - умышленное убийство или травма, причиненная другим лицом;

15 - стихийное бедствие;

16 - пожар;

17 - взрыв;

18 - другие виды.

2. Причины несчастного случая.

Технические:

001 - конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность средств производства;

002 - конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность транспортных средств;

003 - некачественная разработка или отсутствие проектной документации на строительство, реконструкцию производственных объектов, зданий, сооружений, оборудования и тому подобное;

004 - некачественное выполнение строительных работ;

005 - несовершенство, несоответствие требованиям безопасности технологическому процессу;

006 - неудовлетворительное техническое состояние:

006.1 - производственных объектов, домов, сооружений, территории;

006.2 - средств производства;

006.3 - транспортных средств;

007 - неудовлетворительное состояние производственной среды.

Организационные:

008 - неудовлетворительное функционирование, несовершенство или отсутствие системы управления охраной труда;

009 - недостатки во время обучения безопасным приемам труда, в том числе:

009.1 - отсутствие или некачественное проведение инструктажа;

009.2 - допуск к работе без обучения и проверки знаний по охране труда;

10 - некачественная разработка, несовершенство инструкций по охране труда или их отсутствие;

11 - отсутствие в должностных инструкциях функциональных обязанностей по вопросам охраны труда;

12 - нарушение режима труда и отдыха;

13 - отсутствие или некачественное проведение медицинского обследования (профотбора);

14 - неиспользование средств индивидуальной защиты из-за необеспеченности ими;

15 - выполнение работ с отключенными, неисправными средствами коллективной защиты, системами сигнализации, вентиляции, освещения и тому подобное;

16 - привлечение к работе работников не по специальности (профессии);

17 - нарушение технологического процесса;

18 - нарушение требований безопасности во время эксплуатации оборудования, машин, механизмов и тому подобное;

19 - нарушение требований безопасности во время эксплуатации транспортных средств;

20 - нарушение правил дорожного движения;

21 - неприменение средств индивидуальной защиты (при их наличии);

22 - неприменение средств коллективной защиты (при их наличии);

23 - нарушение трудовой и производственной дисциплины, в том числе:

23.1 - невыполнение должностных обязанностей;

23.2 - невыполнение требований инструкций по охране труда.

Психофизиологические:

24 - алкогольное, наркотическое опьянение, токсикологическое отравление;

25 - низкая нервно-психическая устойчивость;

26 - неудовлетворительные физические данные или состояние здоровья;

27 - неудовлетворительный психологический климат в коллективе;

28 - травмирование в результате противоправных действий других лиц;

29 - другие причины.

3. Оборудование, машины, механизмы, транспортные средства, эксплуатация которых привела к несчастному случаю:

311 - оборудование энергетическое;

312 - дизели и дизель-генераторы;

313 - оборудование для черной и цветной металлургии;

314 - оборудование горно-шахтное;

315 - оборудование подъемно-транспортное (краны);

316 - оборудование подъемно-транспортное (конвейеры);

317 - оборудование подъемно-транспортное (кроме кранов и конвейеров);

318 - оборудование и подвижной состав железных дорог;

331 - машины электрические малой мощности;

332 - электродвигатели переменного тока мощностью от 0,25 до 100 кВт;

333 - электродвигатели переменного тока мощностью свыше 100 кВт;

334 - электродвигатели взрывозащищенные, врубово-комбайновые и электробуры;

335 - электродвигатели крановые и машины электрические для тягового оборудования;

336 - машины электрические постоянного тока;

337 - генераторы переменного тока. Преобразователи, усилители электромашинные, электростанции и электроагрегаты питания;

338 - машины электрические крупные, агрегаты электромашинные, турбо-и гидрогенераторы;

341 трансформаторы и трансформаторное оборудование, аппаратура высоковольтная, силовая преобразовательная техника, приборы силовые полупроводниковые, детекторы ядерных и нейтронных излучений, хемотроника (электрохимические преобразователи информации);

342 - аппараты электрические на напряжение до 1000 В;

343 - комплектные устройства на напряжение до 1000 В;

344 - оборудование специальное технологическое. Шинопроводы низкого напряжения;

345 - электротранспорт (кроме средств городского транспорта и моторвагонных поездов), электрооборудование для электротранспорта и подъемно-транспортных машин;

346 - оборудование светотехническое и изделия электроустановочные. Лампы электрические. Изделия культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода;

348 - источники тока химические, физические, генераторы электрохимические и термоэлектрические;

361 - оборудование химическое и запасные части к нему;

362 - оборудование для переработки полимерных материалов и запасные части к нему;

363 - насосы (центробежные, паровые и приводные поршневые)

364 - оборудование кислородное, криогенное, компрессорное, холодильное, для газопламенной обработки металлов; насосы и агрегаты вакуумные и высоковакуумные, комплектные технологические линии, установки и агрегаты;

365 - оборудование целлюлозно-бумажное;

366 - оборудование нефтепромысловое, буровое геологоразведочное и запасные части к нему;

367 - оборудование технологическое и аппаратура для нанесения лакокрасочных покрытий на изделия машиностроения;

368 - оборудование нефтегазоперерабатывающее;

381 - станки металлорежущие;

382 - машины кузнечно-прессовые (без машин с ручным и ножным приводом);

383 - оборудование деревообрабатывающее;

384 - оборудование технологическое для литейного производства;

385 - оборудование для гальванопокрытий изделий машиностроения;

386 - оборудование для сварки трением, холодной сварки и вспомогательное сварочное оборудование;

451 - автомобили;

- 452 - автомобили специализированные. Автопоезда. Автомобили-тягачи. Кузова-фургоны. Прицепы. Троллейбусы. Автопогрузчики. Мотоциклы. Велосипеды;
- 472 - тракторы;
- 473 - машины сельскохозяйственные;
- 474 - машины для животноводства, птицеводства и кормопроизводства;
- 481 - машины для землеройных и мелиоративных работ;
- 482 - машины дорожные, оборудование для приготовления строительных смесей;
- 483 - оборудование и машины строительные;
- 484 - оборудование для промышленности строительных материалов;
- 485 - оборудование технологическое для лесозаготовительной и торфяной промышленности; машиностроение коммунальное;
- 486 - оборудование для кондиционирования воздуха и вентиляции;
- 493 - оборудование и приборы для отопления и горячего водоснабжения;
- 511 - оборудование технологическое и запасные части к нему для легкой промышленности;
- 512 - оборудование технологическое и запасные части к нему для выработки химических волокон;
- 513 - оборудование технологическое и запасные части к нему для пищевой, мясо-молочной и рыбной промышленности;
- 514 - оборудование технологическое и запасные части к нему для мукомольных, комбикормовых предприятий и зернохранилищ;
- 515 - оборудование технологическое и запасные части к нему для торговли, общественного питания и пищеблоков; оборудование холодильное и запасные части к нему; изделия культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода;
- 516 - оборудование полиграфическое и запасные части к нему;
- 517 - оборудование технологическое и запасные части к нему для стекольно-ситалловой промышленности, кабельной промышленности, для разгрузки, расфасовки и упаковки минеральных удобрений и ядохимикатов;
- 525 - оборудование и оснастка специальные для ремонта и эксплуатации тракторов и сельскохозяйственных машин, транспортирования и складской переработки грузов, пуска и наладки, технического обслуживания и ремонта машин и оборудования животноводческих и птицеводческих ферм, а также конструкции, оборудование и оснастка сооружений защищенного грунта;
- 945 - оборудование медицинское;
- 947 - оборудование технологическое медицинской промышленности и запасные части к нему;

968 - оборудование, инвентарь и принадлежности театрально-зрелищных предприятий учреждений культуры.

Исход несчастного случая:

01. Пострадавший переведен на легкую работу.
02. Выздоровел.
03. Установлена инвалидность I группы.
04. Установлена инвалидность II группы.
05. Установлена инвалидность III группы.
06. Умер.

2.2 Практическая часть

Согласно вариантам, приведенным в табл. 1 и 2 , сделать расчеты коэффициентов травматизма и заболеваемости. За полученными результатами даны вывод.

Таблица 2.1 - Расчетные данные по вариантам

Вариант	Среднее количество работающих на предприятии по списку	Количество несчастных случаев с потерей работоспособности (в рабочих днях)								Коэф. частоты травматизма ($K_{\text{ч}}$)	Коэф. тяжести травматизма ($K_{\text{т}}$)	Коэф. общего травматизма ($K_{\text{общ}}$)
		<i>T</i>	<i>Д</i>	<i>T</i>	<i>Д</i>	<i>T</i>	<i>Д</i>	<i>T</i>	<i>Д</i>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	3000	8	3	10	5	3	12	6	15			
2	7800	10	5	6	11	3	15	4	12			
3	31000	20	30	15	25	10	18	12	26			
4	1700	6	8	4	10	5	12	3	10			
5	2500	3	7	5	8	6	11	2	13			
6	850	1	5	3	5	2	6	3	7			
7	3800	2	6	4	4	5	10	7	12			
8	600	3	4	2	5	2	10	1	6			
9	1300	3	6	4	8	3	11	5	9			
10	40000	18	52	15	40	7	20	10	35			
11	1500	4	9	3	7	5	8	2	6			
12	2000	6	10	5	12	4	14	3	15			
13	4250	5	13	6	16	4	10	2	11			
14	380	2	5	1	3	3	5	4	7			
15	6700	3	9	5	12	4	10	2	в			
16	5850	4	8	3	11	5	16	6	16			
17	8900	3	8	5	18	4	12	7	19			
18	12000	4	13	7	20	8	21	5	18			

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	1000	5	10	3	8	2	6	1	5			
20	350	2	6	3	7	4	9	1	4			
21	580	3	7	2	5	1	5	4	8			
22	750	4	10	3	8	5	11	2	7			
23	1500	3	6	2	7	1	4	4	10			
24	4700	6	13	5	11	4	10	2	8			
25	6550	4	12	2	8	3	13	1	10			
26	10000	10	31	7	21	6	18	5	23			
27	11200	4	15	5	17	3	17	2	12			
28	7000	2	5	3	9	4	10	5	13			
29	8500	3	13	4	17	5	23	2	12			
30	13500	7	16	6	19	5	14	3	18			

Таблица 2.2 - Расчетные данные по вариантам

Вариант	Предприятие № 1			Предприятие № 2			Предприятие № 3			Коэф. частоты заболеваний (K_{q3})	Коеэф. тяжести заболеваний ($K_{т3}$)
	P	B	D	P	B	D	P	B	D		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1500	16	76	2500	20	122	900	10	50		
2	3800	14	140	2900	23	210	1800	18	92		
3	7000	25	180	9000	30	307	6000	12	175		
4	800	15	114	1000	19	188	400	4	65		
5	1200	20	230	1800	22	215	1500	14	190		
6	3300	16	90	5100	20	150	4100	18	168		
7	1350	11	115	1750	13	118	1100	9	100		
8	290	6	90	320	7	72	430	9	81		
9	700	12	130	1000	9	108	600	5	115		
10	380	5	59	410	4	72	280	3	35		
11	630	21	120	126	3	21	350	5	68		
12	1100	10	76	1600	15	120	1250	13	148		
13	560	7	83	480	9	97	290	5	111		
14	1200	15	105	1400	10	70	1700	9	125		
15	12000	26	320	15000	21	295	10500	18	270		

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	500	8	108	400	6	120	700	7	130		
17	320	6	90	510	4	85	400	6	117		
18	1200	10	130	1400	6	75	1100	8	92		
19	250	2	50	350	3	71	480	4	64		
20	460	7	75	580	5	90	645	3	78		
21	590	11	126	800	6	120	730	5	82		
22	750	12	135	1100	12	145	880	10	95		
23	920	7	87	1250	8	112	1460	9	188		
24	1300	5	157	1500	10	127	1700	7	132		
25	2400		92	3500	7	89	6150	9	148		
26	4600	12	210	6000	14	150	8100	13	129		
27	9300	15	160	12200	13	212	15000		178		
28	460	7	75	580	5	90	645	3	78		
29	630	21	120	126	3	21	350	5	68		
30	3800	14	140	2900	23	210	1800	18	92		

Примечание: *Р* - среднее число работающих по списку; *Б* - число заболеваний; *Д* - число дней нетрудоспособности.

3 Практическое занятие №2

Исследование микроклимата на рабочих местах

Цель работы: исследовать и оценить метеорологические условия на рабочих местах (в производственных помещениях) на основании санитарных норм СН 245-71 (ГОСТ - 12.1.005 - 76).

3.1 Порядок проведения работы

1. Изучение приборов, используемых для определения основных параметров метеорологических условий.
2. Определение относительной влажности воздуха.
3. Определение атмосферного давления.
4. Определение средней температуры воздуха.
5. Определение средней скорости движения воздуха.

6. Определение эффективной и эффективно-эквивалентной температур, оценка метеорологических условий рабочего места.
7. Сравнение полученных данных с СН 245 - 71 (ГОСТ 12.1.005 -76).
8. Выводы.
8. Выполнение расчета по индивидуальным данным.

3.2 Применяемые приборы

При проведении практического занятия применяются следующие приборы: психрометр Августа, психрометр Ассмана, гигрометр М-19, анемометры крыльчатый, чашечный и электрический, термометры ртутные, барометр-анероид БАММ-1.

3.3 Микроклимат и его нормирование в производственных помещениях

Метеорологические условия (микроклимат) в производственных условиях определяются следующими параметрами: температурой воздуха t , °С, относительной влажностью φ , % скоростью движения воздуха на рабочем месте V , м/с, атмосферным давлением P , мм рт. ст.

Производительность труда и самочувствие рабочего во многом зависят от состояния окружающей среды и, прежде всего, от изменения температуры, влажности, скорости движения воздуха, атмосферного давления, теплового излучения.

В соответствии с требованиями стандартов метеорологические условия определяются для рабочей зоны на высоте 2 метра над уровнем пола. Человек работоспособен и чувствует себя хорошо, если температура окружающего воздуха находится в пределах $+18...+22^{\circ}\text{C}$, относительная влажность составляет 40... 60 %, а скорость движения воздуха - 0,1... 0,2 м/с. При высокой температуре и влажности происходит перегрев тела. Он может быть вызван также инфракрасным излучением прямого солнечного света. При низкой температуре происходит охлаждение организма, которое приводит к простудным заболеваниям. Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата на рабочих местах приведены в табл. 3.1 и 3.2.

Допустимые микроклиматические условия - это сочетание параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом действии на человека могут вызывать переходные и быстро нормализующиеся изменения функционального и теплового состояния организма и напряженной работы механизма терморегуляции, которые не выходят за пределы физиологических адаптационных возможностей.

Кроме этих параметров, которые являются основными, не следует забывать об атмосферном давлении P . Для здоровья человека опасно быстрое изменение давления, а не сама его величина.

Таблица 3.1 - Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещений

Период года	Категория работы	Температура, t , °C	Относительная влажность φ , %	Скорость движения воздуха, V , м/с, не более
Холодный и переходный	Легкая - I	20...23	60...40	0,2
	Средней тяжести - IIа	18...20	60...40	0,2
	Средней тяжести - IIб	17...19	60...40	0,3
	Тяжелая - III	16...18	60...40	0,3
Теплый	Легкая - I	22...25	60...40	0,2
	Средней тяжести - IIа	21...23	60...40	0,3
	Средней тяжести - IIб	20...22	60...40	0,4
	Тяжелая - III	18...21	60...40	0,5

Таблица 3.2 - Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений в холодный и переходный периоды года

Категория работы	Температура, t , °C	Относительная влажность φ , %	Скорость движения воздуха, V , м/с, не более
Легкая - I	19...25	75	0,2
Средней тяжести - II а	17...23	75	0,3
Средней тяжести - II б	15...21	75	0,4
Тяжелая - III	13...19	75	0,5

Примечания:

1. Холодный и переходный период - периоды года, характеризующиеся среднесуточной температурой наружного воздуха ниже +10°C.

2. Теплый период - период года, который характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха +10°C и выше.

3. В холодный и переходный периоды года в производственных помещениях, в которых производятся работы средней тяжести и тяжелые, а также при применении системы отопления и вентиляции с сосредоточенной

подачей воздуха, допускается повышение скорости движения воздуха до 0,7 м/с на постоянных рабочих местах при одновременном повышении температуры воздуха на +2°C.

Необходимость учета основных параметров микроклимата объясняется на основании теплового баланса между организмом человека и окружающей средой рабочего места (производственного помещения). Тепло Q , выделяемое человеком, отводится в окружающую среду благодаря теплоотдаче через одежду q_T , конвекции воздуха у тела q_K , излучению $q_{изл}$, испарению влаги с поверхности кожи (потовыделение) $q_{п}$, и нагревом вдыхаемого воздуха q_B :

$$Q = q_T + q_K + q_{изл} + q_{п} + q_B. \quad (3.1)$$

Изменение параметров микроклимата вызывает изменение соотношений q . Так, во время легкой нормальной работы при нормальных условиях часть суммы q_T и q_K составляет примерно 30% всей теплоотдачи, $q_{ВП} \sim 45\%$, $q_{п} \sim 20\%$, $q_B \sim 5\%$. Чем выше температура окружающего воздуха, тем меньше теплоотдача излучением $q_{изл}$. При повышении температуры окружающего воздуха до температуры человека (+36,6°C) и выше, эффективность q_T , q_K , $q_{изл}$ уменьшается и решающее значение приобретает отведение тепла путем испарения пота $q_{п}$.

Таблица 3.3 - Категории работ по энергозатратам организма

Вид работы	Категория работы	Энергозатраты организма (затрата энергии при выполнении работы), Дж/с (ккал/ч)	Характеристика работы
Легкая физическая	I	до 172 (150)	выполняется сидя, стоя или связана с ходьбой, но не требует систематического физического напряжения и перенесения тяжести
Физическая средней тяжести	II а	172...232 (150...200)	связана с постоянной ходьбой, выполняется стоя или сидя, но не требует перемещения тяжести
	II б	232..293 (200...250)	связана с ходьбой и перенесением небольшой (до 10 кг) тяжести
Тяжелая физическая	III	больше 293 (больше 250)	связана с систематическим физическим напряжением, в частности с постоянными передвижениями и перенесением значительной (свыше 10 кг) тяжести

Терморегуляция организма человека зависит от времени года, категории работ по тяжести их выполнения и характеристики помещения по излишкам явной теплоты, что и оговорено в СН 245-71 (ГОСТ 12.1.005-76).

Работы, производимые человеком, по степени тяжести подразделяются на три категории (табл. 3.3).

Помещения по избытку явной теплоты делятся на помещения с незначительным избытком, который приходится на 1 м^3 объема помещения, $23,2 \text{ Дж/м}^3 \cdot \text{с}$ и менее и со значительным избытком - больше $23,2 \text{ Дж/м}^3 \cdot \text{с}$.

Измерить комфортность (ощущение человека) какими-либо физическими единицами невозможно, потому введены условные единицы измерения в виде следующих температур:

а) *эффективной температуры* - температуры, которая ощущается человеком при определенной относительной влажности воздуха и отсутствии его движения в помещении;

б) *эффективно-эквивалентной температуры* - при движении воздуха с разной скоростью.

Соотношение между определенным количеством тепла, которое производится организмом, и охлаждающей способностью среды характеризует ее комфортность. Метеорологические условия на рабочих местах (в производственных помещениях) являются комфортными, если они обеспечивают хорошее самочувствие работающего и оптимальные условия для наивысшей производительности труда.

3.3.1 Определение относительной влажности воздуха

В атмосферном воздухе всегда содержится некоторое количество влаги в виде водяного пара. Воздух может содержать водяной пар в разных количествах, однако каждому значению температуры воздуха соответствует вполне определенное максимальное содержание водяного пара. Когда в воздухе при определенной температуре оно достигает максимального значения, воздух называется насыщенным.

Влажностью воздуха называется количество водяного пара, приходящегося на 1 кг сухого воздуха. Обозначается влажность d (г/кг).

Абсолютной влажностью воздуха называется количество водяного пара в граммах, который содержится в 1 м^3 воздуха. Это есть ни что иное, как плотность пара при его парциальном давлении и данной температуре воздуха. Максимальная плотность пара, которая при данной температуре может содержаться во влажном воздухе, d_{max} .

При оценке состояния воздушной среды в производственных помещениях обычно определяется относительная влажность воздуха.

Относительная влажность воздуха - это отношение влажности воздуха к максимальной влажности (то есть при его полном насыщении при данной температуре):

$$\phi = \frac{d}{d_{max}} \cdot 100\%$$

Для определения относительной влажности воздуха используют разные методы: химический, точки росы, волосяного гигрометра, психрометрический, с помощью J - d диаграммы.

В данной работе используют психрометрический метод определения относительной влажности, основанный на разнице показаний при измерении температуры воздуха двумя термометрами, в одном из которых резервуар покрыт увлажненной тканью. Влага, которая пропитана ткань, испаряется с разной скоростью в зависимости от влажности и скорости движения воздуха и отнимает тепло от термометра, потому показания влажного термометра всегда ниже показаний сухого. Разность показаний термометров называется психрометрической разницей.

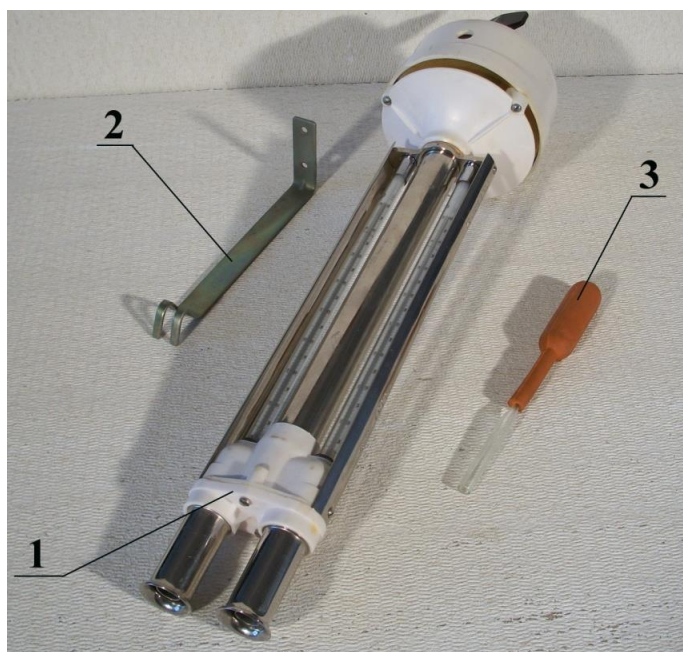
Для этой цели используют психрометры Августа и Ассмана.

Психрометр Августа состоит из двух рядом расположенных термометров. Шарик одного из них покрыт тонкой тканью (обычно батист) и опущен в стеклянный сосуд с водой; этот термометр является влажным, а другой, расположенный рядом, сухим. Чем больше влажность окружающего воздуха, тем меньшее испарение с ткани влажного термометра и тем температура последнего более близка к температуре сухого термометра.

Психрометр Ассмана (рис. 3.1) является более современным и более точным по сравнению с психрометром Августа, поскольку он не требует определения скорости воздуха. В психрометре Ассмана термометры заключены в металлическую оправу, резервуары термометров находятся в двойных металлических гильзах, а в головке прибора находится вентилятор с заводным или электрическим механизмом, который подает воздух вдоль термометров с постоянной скоростью $V = 4$ м/с. Защита вентилятора от ветра осуществляется ветрозащитным козырьком. Перед измерением с помощью пипетки 3 смачивается батист, намотанный на резервуар влажного термометра, потом заводится пружина вентилятора почти до отказа (или включается в электросеть электрический вентилятор психрометра) и психрометр устанавливается в точку измерения. На 4-й минуте после пуска вентилятора снимаются показания термометров и заносятся в таблицу 3.4.

Определение величины относительной влажности по психрометрическому графику (рис. 3.2) проводится в следующем порядке:

1. По вертикальным линиям отмечают показание сухого термометра, по наклонным - показание влажного термометра.



1- психрометр; 2 – кронштейн для подвески; 3 – пипетка.

Рисунок 3.1 - Психрометр Ассмана.

2. На пересечении вертикальных и наклонных линий находят значение относительной влажности в процентах.

Величину относительной влажности занести в табл. 3.4 и сравнить с величиной влажности, определенной с помощью гигрометра М -19.

Для постоянного наблюдения за относительной влажностью воздуха и ее регистрации (записи) применяются самозаписывающие приборы - гигрографы.

Таблица 3.4 - Результаты исследования микроклимата на рабочих местах

V_i , м/с	Показания психрометра		φ , %		$t_{ср}$, °С	$P_{атм}$, Па (мм рт. ст.)	ΣT , °С	$\Sigma \Sigma T$, °С	Вывод*
	$t_{сух}$, °С	$t_{вл}$, °С	по гра- фику	по гигро- метру					
$V_1 = 0$									
$V_2 = 1$									
$V_3 = 2$									
$V_4 = 3$									

Примечания:

V_i - скорость движения воздуха; $t_{\text{сух}}$ - температура сухого термометра психрометра; $t_{\text{вл}}$ - температура влажного термометра психрометра; φ - относительная влажность воздуха; $t_{\text{ср}}$ - средняя температура воздуха в помещении по 5 точкам; $P_{\text{атм}}$ - атмосферное давление; ЭТ - эффективная температура; ЭЭТ - эффективно-эквивалентная температура;

* соответствие параметров микроклимата санитарным нормам (категория работ).

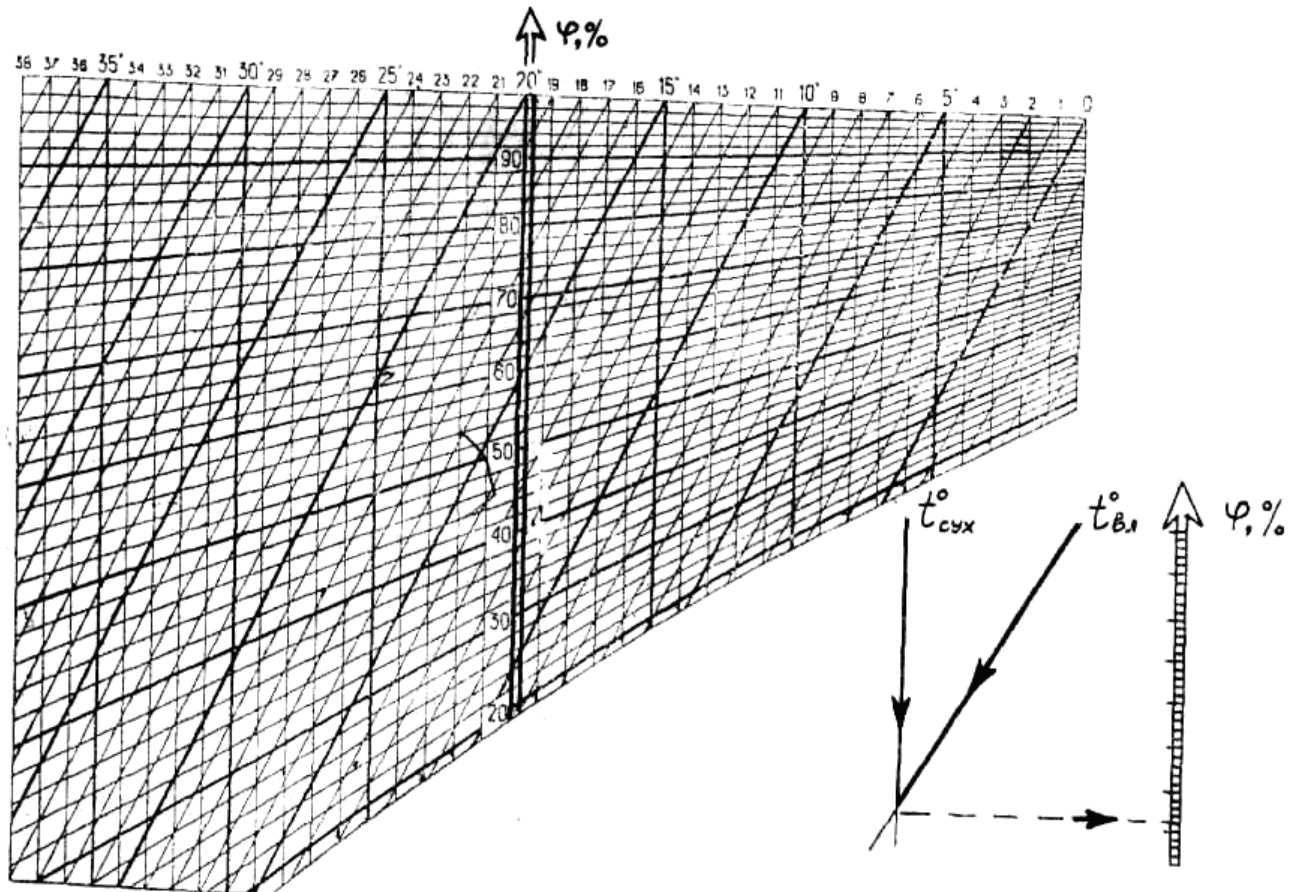


Рисунок 3.2 - Психрометрический график

3.3.2 Определение величины атмосферного давления

Для определения атмосферного давления используются барометры-анероиды, ртутные (сифонные) барометры и барографы. Барографы являются самопишущими приборами и применяются для постоянного наблюдения за изменениями атмосферного давления.

Действие барометра-анероида основано на свойстве мембраны анероидной коробки деформироваться при изменении атмосферного давления.

Воздух из коробки удален, а линейные перемещения мембраны превращаются передаточным механизмом рычага в угловые перемещения стрелки прибора.

Величина атмосферного давления с помощью барометра-анероида БАММ-1 определяется по формуле:

$$P_{амм} = P_{\bar{o}} + \Delta P_{const} + \Delta P_{шк} + \Delta P_t \cdot t, \quad (3.3)$$

где $P_{\bar{o}}$ - показание барометра, Па;

ΔP_{const} - постоянная поправка, $\Delta P_{const} = 11$ Па;

$\Delta P_{шк}$ - шкаловая поправка (табл. 3.5);

ΔP_t - температурная поправка на 1°C,

$\Delta P_t = -2$ Па/град; t - температура, измеренная встроенным в барометр термометром, °C.

Таблица 3.5 - Шкаловые поправки барометра-анероида БАММ-1

Показание шкалы, $P_{\bar{o}}$, Па	Поправка $\Delta P_{шк}$, Па	Показание шкалы, $P_{\bar{o}}$, Па	Поправка $\Delta P_{шк}$, Па	Показание шкалы, $P_{\bar{o}}$, Па	Поправка $\Delta P_{шк}$, Па
105000	+100	96000	-50	87000	+200
104000	+100	95000	-100	86000	+250
103000	+100	94000	-100	85000	+300
103000	+50	93000	-100	84000	+350
101000	0	92000	-50	83000	+400
100000	0	91000	0	82000	+450
99000	0	90000	+50	81000	+500
98000	0	89000	+100	80000	+500
97000	0	88000	+150	—	—

3.3.3 Определение средней температуры воздуха

Измерения температуры воздуха в производственных помещениях обычно сочетают с определением его влажности и определяют показания по сухому термометру психрометра.

В тех случаях, когда не нужно одновременное определение температуры и влажности воздуха, пользуются обычным ртутным или спиртовым термометром со шкалой Цельсия в пределах до +50°C.

При определении температуры воздуха в рабочем помещении измерения выполняют в пяти точках, удаленных от стен на 0,5 м на уровне 0,25 м

от пола, 2 м от пола, 0,25 м от потолка, и потом находят среднюю температуру измерения t_{cp} , которую и заносят в табл. 3.4.

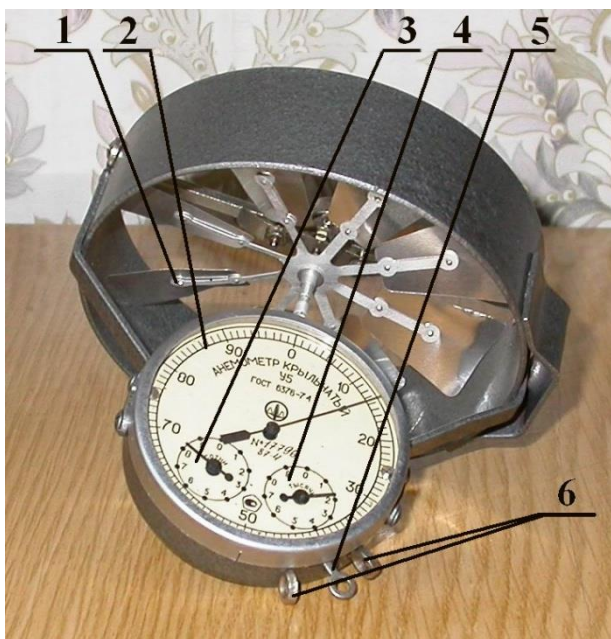
Для постоянного наблюдения за изменением температуры воздуха применяют самопишущие приборы - термографы.

3.3.4 Определение скорости движения воздуха

Скорость движения воздуха в производственных помещениях измеряется анемометрами и термоанемометрами.

Анемометры зпо устройству бывают крыльчатыми АСО-3 ($V = 0 \dots 5$ м/с) и чашечного типа МС-13 ($V = 1 \dots 20$ м/с). Измерение скорости воздушного потока анемометрами заключается в следующем. Приемной частью чашечного анемометра служит многопластинчатая крыльчатка 1, выполненная из алюминия или слюды.

С помощью червячной передачи вертушка или крыльчатка соединена со стрелками 2, 5, 7, движущимися по циферблату 4. Показания циферблата характеризуют длину пути, пройденного потоком воздуха. Поэтому для определения скорости потока воздуха учитывают и время, измеренное по секундомеру.



- 1 – крыльчатка; 2 – шкала единиц и десятков делений; 3 – шкала сотен;
4 – шкала тысяч; 5 – арретир; 6 – направляющие.

Рисунок 3.3 - Анемометр крыльчатый В-5.

Измерение скорости выше предела данного прибора недопустимо, поскольку значительные центробежные силы могут деформировать приемную часть и исказить показания.

При использовании анемометров необходимо перед измерением скорости движения воздуха выключить с помощью арретира 3 передаточный механизм и записать начальные показания счетчика $S_{нач}$ (по всем трем шкалам). После этого анемометр устанавливают в воздушном потоке приемопередатчиком воздуха навстречу потоку и спустя некоторое время (10...15 с) одновременно включают механизм прибора и секундомер.

Анемометр держат в воздушном потоке в течение одной - двух минут. После этого механизм и секундомер выключают, записывают конечное показание счетчика $S_{кон}$ и время экспозиции в секундах и делением разности конечного и начального показаний счетчика на время экспозиции (в секундах) определяют количество делений N , которые приходятся на одну секунду.

Скорость потока определяется по градуированным графикам, прилагаемым к анемометру (рис.3.4), таким образом: на вертикальной оси графика отыскивают число, соответствующее количеству делений шкалы счетчика анемометра в секунду. От этой точки проводится горизонтальная линия к пересечению с прямой графика. Из полученной точки пересечения опускается вертикальная линия к пересечению с горизонтальной осью. Точка пересечения дает величину скорости воздушного потока, V , м/с.

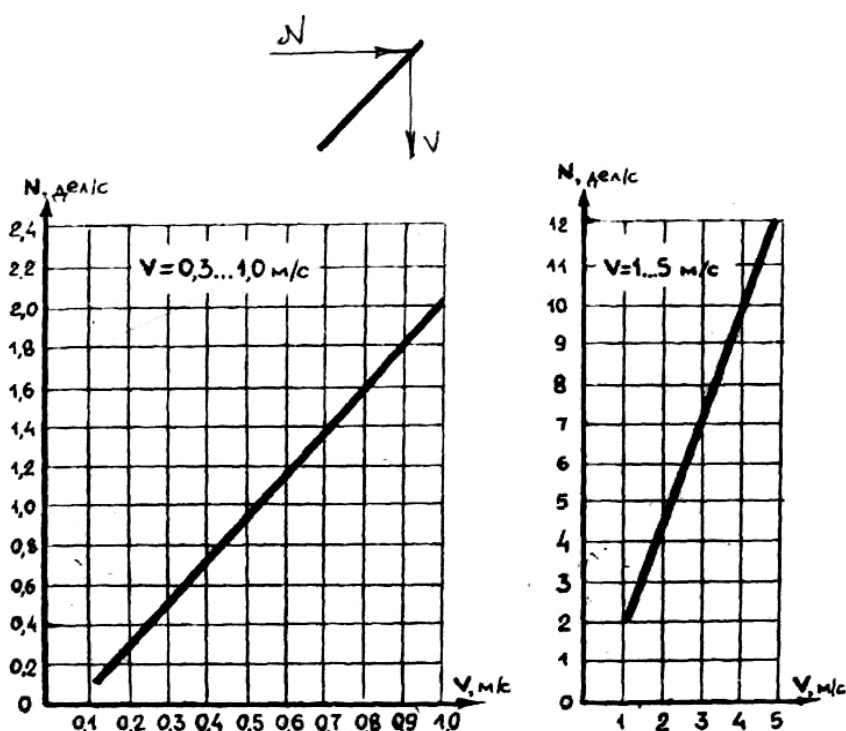


Рисунок 3.4 - График зависимости количества распределений шкалы в секунду от скорости движения воздуха.

3.3.5 Определение эффективной и эффективно-эквивалентной температур

Измерить комфортность (ощущение человека) какими-либо физическими единицами невозможно, а потому введены условные единицы измерения: эффективная и эффективно-эквивалентная температуры.

Под эффективной температурой ($ЭТ$) понимают температуру насыщенного ($\phi = 100\%$) неподвижного воздуха, который обладает такой же охлаждающей способностью, как и воздух с заданными значениями температуры и влажности. Эта температура определяется по номограмме (рис. 3.5) на пересечении прямой линии, которая соединяет показание сухого и влажного термометров психрометра, и нижней линии температуры при нулевой скорости движения воздуха.

Под эффективно-эквивалентной температурой ($ЭЭТ$) понимают температуру насыщенного неподвижного воздуха, который имеет такую же охлаждающую способность, как воздух с заданными значениями температуры, влажности и скорости движения. Эта температура определяется по номограмме таким же способом, как эффективная, только с учетом скоростей движения воздуха, изображенных на номограмме выгнутыми линиями.

Найденные эффективную и эффективно-эквивалентную температуры занести в табл. 3.4. На основании полученных результатов построить график зависимости $ЭЭТ$ от скорости движения воздуха в помещении.

Сравнить полученные данные с санитарными нормами (табл. 3.2) и сделать записи в последней колонке табл. 3.4 «Соответствует ... категории тяжести работ» по каждому рабочему месту.

Сделать выводы:

- 1) о характере зависимости $ЭЭТ$ от скорости движения воздуха в помещении;
- 2) о соответствии параметров микроклимата санитарным нормам на каждом рабочем месте.

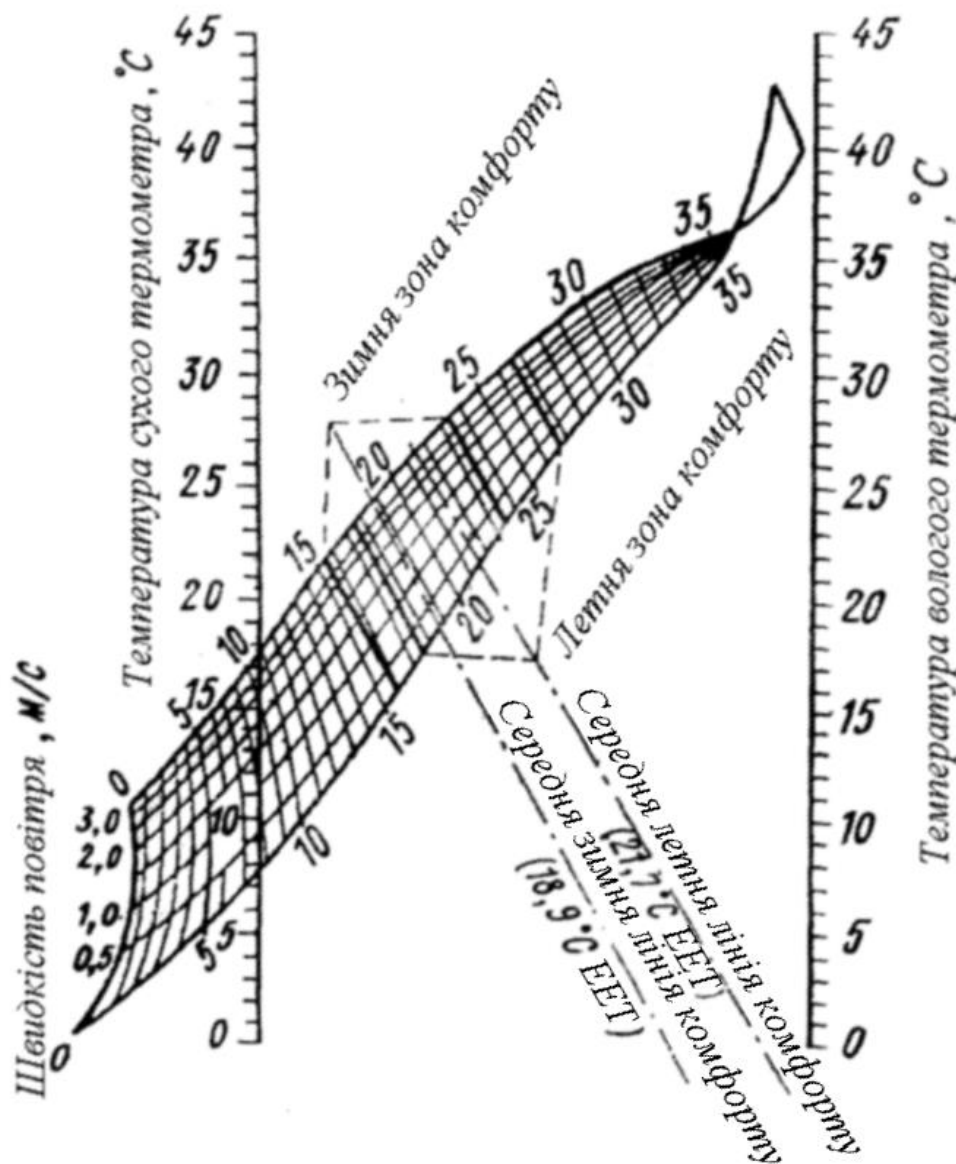


Рисунок 3.5 - Номограма ефективних і ефективно-еквівалентних температур

3.4 Расчетная часть

Задание

1. Определить величину относительной влажности в помещении при следующих исходных данных (табл. 3.6)

Таблица 3.6 - Исходные данные к расчету величины относительной влажности

Параметр	Вариант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Показания термометра: - сухо- $t_{сух},$ $^{\circ}\text{C}$ - влаж- $t_{вл},$ $^{\circ}\text{C}$	16,4	15,6	16,8	15,8	16,6	16,8	17,0	16,8	17,4	17,0	18,0	17,8	17,8	19,4	20,0
	14,2	14,4	14,6	14,8	15,0	15,2	15,4	15,6	15,8	16,0	16,2	16,8	16,8	17,0	17,2
Параметр	Вариант														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Показания термометра: - сухо- $t_{сух},$ $^{\circ}\text{C}$ - влаж- $t_{вл},$ $^{\circ}\text{C}$	24,0	23,4	21,0	17,0	18,0	17,8	20,0	19,4	22,8	23,0	22,6	23,4	22,8	25,4	24,6
	22,0	21,8	18,4	16,0	16,2	16,8	17,2	17,0	20,6	21,0	20,2	20,4	20,6	22,0	21,8

Величина относительной влажности _____

2. Определить скорость движения воздуха в помещении (м/с) при следующих исходных данных (табл. 3.7)

Таблица 3.7 - Исходные данные к расчету скорости движения воздуха

Параметр	Вариант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Показания анемометра:	3124	3542	3890	3957	2546	3178	3567	6547	7115	1546	2114	3124	2546	6547	3890
- начальные, дел. шкалы															
- конечные, дел. шкалы	3542	3890	3957	4130	3178	3567	3990	7115	7683	2114	2534	3542	3178	7115	3957
Время замера, мин.	2	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,5	1,0	1,5	2,0	1,5	1,0	2,0	1,5
Параметр	Вариант														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Показания анемометра:	3542	3890	3957	4130	3178	3567	3990	7115	7683	2114	2534	3542	3178	7115	3957
- начальные, дел. шкалы															
- конечные, дел. шкалы	3780	4000	4356	4444	3543	3876	4360	7700	7900	2345	2656	3876	3300	7278	4189
Время замера, мин.	1,0	1,5	1,0	1,5	2,0	1,5	1,0	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	2,0	1,5	2,0

Скорость движения воздуха $V_{\text{в}}$ = _____

3. Определить величину температур ЭТ^0 и ЭЭТ^0 в помещении при следующих исходных данных (табл. 3.8)

Таблица 3.8 - Исходные данные к расчету температур $\mathcal{E}T^0$ и $\mathcal{E}\mathcal{E}T^0$

Параметр	Вариант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Показания термомет- ра: - сухого, $t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$ - влажно- го, $t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	17,0	16,8	17,4	17,0	18,0	18,8	17,8	19,4	20,0	15,6	16,8	15,8	16,6	16,8	17,0
	15,4	15,6	15,8	16,0	16,2	16,4	16,8	17,0	17,2	14,4	14,6	14,8	15,0	15,2	15,4
Скорость движения воздуха, $V, \text{м/с}$	0	1,0	2,0	3,0	0	1,0	2,0	3,0	0	1,0	2,0	3,0	0	1,0	2,0
Параметр	Вариант														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Показания термомет- ра: - сухого, $t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$ - влажно- го, $t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	19,4	20,0	15,6	16,8	15,8	16,6	16,8	17,0	18,0	18,8	17,8	17,0	16,8	17,4	17,0
	17,0	17,2	14,4	14,6	14,8	15,0	15,2	15,4	16,2	16,4	16,8	15,4	15,6	15,8	16,0
Скорость движения воздуха, $V, \text{м/с}$	3,0	0	1,0	2,0	3,0	0	1,0	2,0	3,0	0	1,0	2,0	3,0	0	1,0

Значения температур: $\mathcal{E}T^0 =$ _____, $\mathcal{E}\mathcal{E}T^0 =$ _____.

4. Определить величину атмосферного давления (мм. рт. ст.) по показаниям барометра-анероида БАММ-1 при следующих исходных данных (табл. 3.9).

Таблица 3.9 - Исходные данные к расчету величины атмосферного давления

Параметр	Вариант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Показания барометра:	90000	96000	100000	980000	92000	94000	100500	100800	101000	101400	101800	102000	100500	100800	101000
- давление P_{δ} , Па															
- температура, t , °C	17,0	16,8	17,4	17,0	18,0	18,8	17,8	19,4	20,0	15,6	16,8	15,8	16,6	16,8	17,0
Постоянная поправка, P_{const} , Па	10	15	17	9	12	17	15	14	15	17	9	12	17	15	14
Параметр	Вариант														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Показания барометра:	100000	980000	92000	94000	90000	96000	102000	100500	100800	101000	90000	96000	100000	980000	92000
- давление P_{δ} , Па															
- температура, t , °C	17,4	17,0	18,0	18,8	17,0	16,8	15,8	16,6	16,8	17,0	17,0	16,8	17,4	17,0	18,0
Постоянная поправка, P_{const} , Па	14	15	17	9	12	17	15	14	15	17	9	12	17	15	14

Величина атмосферного давления, $P_a =$ _____ Па, $P_a =$ _____ мм. рт. ст.

4 Практическое занятие №3

Исследование искусственного освещения

Цель работы: ознакомиться с видами естественного освещения, методикой измерения, расчета и нормативной оценки освещенности в помещении.

Приборы и инструменты: люксметр Ю-117, люксметр TASI HS1010, люксметр одноклассники рулетка, шнур.

4.1 Общие сведения

Одним из основных вопросов охраны труда есть организация рационального освещения рабочих мест и помещений. Рациональным называется освещение, удовлетворяющее техническим и санитарно-гигиеническим нормам. Создание такого освещения на производстве является важной и актуальной задачей.

Рационально спроектированное освещение помещений позволяет повысить качество обслуживания механизмов, производительность и безопасность труда. Правильно спроектированное освещение уменьшает количество несчастных случаев, повышает производительность труда. Исследования показывают, что при хорошем освещении производительность труда повышается приблизительно на 15%.

Неправильное освещение причиняет вред зрению работающих, может быть причиной таких заболеваний, как близорукость, резь в глазах, катаракта, головные боли; снижает умственную и физическую работоспособность, увеличивает число ошибок в производственных процессах, аварий и несчастных случаев, особенно в осенне-зимние месяцы при увеличении использования искусственного освещения.

В производственных помещениях используется естественное и искусственное освещение. Естественное освещение заключается в проникновении внутрь зданий солнечного света через окна и верхние фонари и существенно отличается от искусственного по своей интенсивности, спектральному составу, а также более благоприятным биологическим действием на человека, бактерицидным действием на освещаемое помещение.

Естественное освещение производственных помещений может осуществляться через:

- а) световые фонари, световые отверстия в потолочном перекрытии, отверстия в стенах, в местах перепада высот здания (верхнее);
- б) световые отверстия во внешних стенах окна (боковые);
- в) совместно при использовании верхнего и бокового освещения (комбинированное).

Внешняя освещенность непостоянна и определяется высотой солнца над горизонтом, состоянием облачности, прозрачностью атмосферы и состоянием земного покрова (от снега, зелени и и тому подобное). Величина внешней освещенности (не считая наиболее раннего и более позднего времени) составляет для зимних месяцев от 2 до 5000 лк, для летних - от 5 до 25000 лк. Потому освещенность от 2 до 5000 лк в помещении нормируется не по абсолютной величине, а по относительной – с помощью коэффициента естественной освещенности КЕО.

В закрытых помещениях световая среда существенно искажена, а естественные оптические факторы ослаблены, поскольку световые проемы составляют относительно небольшую часть ограждений, пропуская близко 50% падающего на них света и только незначительной части ультрафиолетового излучения, которое обладает бактерицидным действием.

Степень освещенности естественным светом внутри помещений зависит от времени дня и года, состояния погоды, а также места расположения и планировки здания, ориентации окон, количества и величины оконных проемов.

Для обеспечения полноценной световой среды в производственных помещениях действующими нормами и правилами (СНиП 11-4-79 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования») регламентируются минимальная величина коэффициента естественной освещенности (КЕО), режим и длительность инсоляции.

Таблица 4.1 - Нормативные значения КЕО, % по видам работ

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Естественное освещение		Комбинированное освещение	
			при верхнем или верхнем и боковом освещении	при боковом освещении	при верхнем или верхнем и боковом освещении	при боковом освещении
1	2	3	4	5	6	7
Наивысшей точности	менее 0,15	I	10	3,5	6	2
Очень высокой точности	от 0,15 до 0,3	II	7	2,5	4,2	1,5
Высокой точности	от 0,3 до 0,5	III	5	2	3	1,2
Средней точности	от 0,5 до 1,0	IV	4	1,5	2,4	0,9

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4			
Малой точности	от 1,0 до 5,0	V	3	1	1,8	0,6
Грубая, очень малой точности	больше 5,0	VI	2	0,5	1,2	0,3
Работа со светящимися материалами и с изделиями в горячих цехах	-	VII	3	1	1,8	0,6
Общее наблюдение	-	VIII	1	0,3	0,7	0,2

Примечание: нормативные значения даны для III -го светового пояса.

Коэффициент естественной освещенности в любой точке помещения - величина постоянная, поскольку естественная освещенность в этой точке при любых внешних условиях находится в прямой и постоянной зависимости от внешней освещенности.

$$KEO = \frac{E_{вн}}{E_{наруж}} \cdot 100\%, \quad ($$

где $E_{вн}$ - освещенность в данной точке помещения, (лк);

$E_{наруж}$ - одновременная освещенность внешней точки, которая находится на горизонтальной плоскости, освещенной рассеянным светом небосклона, лк.

Таблица 4.2 - Нормативные значения КЕО, % для производственных участков АТП

Помещение, посты и производственные участки	Характеристика зрительной работы	Разряд зрительной работы	Нормируемое значение КЕО, %	
			при верхнем или верхнем и боковом освещении	при боковом освещении
1	2	3	4	5
Мойка и уборка автомобилей	грубая	VI	2,0	0,5

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
Ежедневное обслуживание (ЕО) автомобилей	общее наблюдение за ходом производствен-	VIII	1,0	0,3
ТО и ТР, деревообрабатывающий, обойный, шиномонтажный	малой точности	V	3,0	1,0
Ремонта электрического оборудования, ремонта приборов питания, моторный, агрегатный, слесарно-механический	средней точности	IV	4,0	1,5

Примечание: данные таблицы рассчитаны при $E_{внеш} = 5000$ лк.

Таблица 4.3 - Значения коэффициента солнечности климата C_K

Пояс светового климата	При световых отверстиях по сторонам горизонта (азимут)						В зенитных фонарях
	Во внешних стенах зданий			В прямоугольных фонарях и фонарях в виде трапеции			
	136...225°	226...315°; 46...135°	316...45°	69...113°; 249...293°	24...68°; 204...248°; 294...338°	159...203°; 339...23°	
I	0,9	0,95	1	1	1	1	1
II	0,85	0,9	1	0,95	1	1	1
IV: к северу от 50° с. ш.; 50° с. ш. и южнее	0,75	0,8	1	0,85	0,9	0,95	0,9
	0,7	0,75	0,95	0,8	0,85	0,9	0,85
V: к северу от 40° п. ш.; 40° п. ш. и южнее	0,65	0,7	0,9	0,75	0,8	0,85	0,75
	0,6	0,65	0,85	0,7	0,75	0,8	0,65

Нормативные значения КЕО для помещений, расположенных в I, II, IV, V световых поясах, определяются по формуле:

$$KEO^{I, II, IV, V} = KEO^{III} \cdot m \cdot C_K, \quad (4.2)$$

где KEO^{III} - значение для III пояса светового климата (см. табл. 4.1 и 4.2);

m - коэффициент светового климата, который принимается равным, :
I пояс - 1,2; II пояс - 1,1; IV пояс - 0,9; V пояс - 0,8;

C_k - коэффициент светового климата, определяемый по табл. 4.3 в зависимости от светового пояса, места расположения световых отверстий и азимута световых отверстий, то есть угла в градусах, отложенного по часовой стрелке от северного направления до места расположения световых проемов.

4.2 Устройство и принцип действия люксметра Ю-117

Люксметр Ю-117 (рис. 4.1) предназначен для измерения освещенности, создаваемой осветительными лампами и естественным светом. Он состоит из измерительного пульта и выносного селенового фотоэлемента 10, присоединяемого к пульта с помощью шнура с разъемом. На верхней панели прибора находится зеркальная шкала 1, кнопки управления 5, 6, 7, 8 и регулятор 9. В нижней части прибора есть батарейный отсек, в который устанавливаются две батареи «Крона» или «Корунд», которые используются для измерений в условиях низкой освещенности.

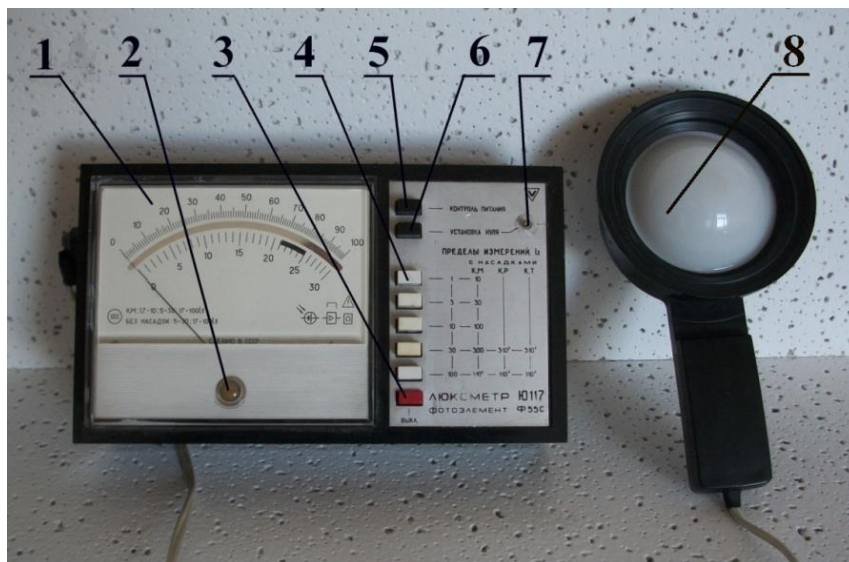
При попадании светового потока на фотоэлемент в его цепи возникает фототок, величина которого пропорциональна интенсивности светового потока. По отклонению стрелки прибору судят о величине освещенности в месте измерения. Для увеличения пределов измерений люксметр обеспечен тремя насадками-поглотителями с разной кратностью уменьшения светового потока:

- а) насадка «М» - кратность 10;
- б) насадка «Р» - кратность 100;
- в) насадка «Т» - кратность 1000;
- г) корректирующая насадка «К».

Диапазон измеряемых уровней освещенности от 5 до 100000 люкс (лк). Принцип действия измерительного пульта - магнитоэлектрический. Шкала прибора состоит из двух половин: верхняя - от 0 до 100, нижняя - от 0 до 30 делений. Предельное показание шкалы соответствует индексу, нанесенному напротив нажатой кнопки (по горизонтали) и буквенному обозначению используемой насадки-поглотителя (по вертикали). Например, при нажатии кнопок, напротив которых по горизонтали расположены символы, которые начинаются на «1» («100», «1000» и т. д.), - используется верхняя половина шкалы прибора («0...100»), а при нажатии кнопок с индексом, который начинается на «3», - нижняя половина («0... 30»). При этом показания соответ-

ствующей шкалы умножаются на кратность насадки-поглотителя («x10», «x100», «x1000»).

Люксметр предназначен для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от - 10 до +35°C и относительной влажности до 80%. Погрешность $\pm 10\%$.



1 – шкала; 2 – винт установки механического нуля; 3 – кнопка выключения фотоэлемента; 4 – кнопки переключения чувствительности прибора; 5 – кнопка «Контроль питания»; 6 – кнопка установки электрического нуля; 7 – регулятор установки электрического нуля; 8 – селеновый фотоэлемент.

Рисунок 4.1 - Внешний вид люксметра Ю-117.

Подготовка к работе и работа с прибором заключается в следующем:

1. Установить источники питания в соответствии с полярностью (только при низкой освещенности - менее 100 лк). При достаточной освещенности прибор работает без источников питания, при этом работают только две нижних кнопки белого цвета (рис. 4.1).

2. Установить прибор горизонтально и поворотом регулировочного винта 2 установить стрелку шкалы на нулевую отметку (визуально стрелка, ее отражение в зеркале шкалы и нулевой штрих должны совпадать).

3. При использовании источников питания нажать кнопку «Контроль питания» 5. При этом стрелка должна установиться на зачерненный сектор шкалы.

4. Нажать кнопку 6 и поворотом регулятора 7 при необходимости подстроить стрелку на нулевую отметку.

5. Установить насадки «Т» и «К» и нажать нижнюю кнопку белого цвета. Если стрелка отклонилась мало, не достигнув ограничительных точек, нажать следующую кнопку (выше) или заменить насадку «Т» на насадку «Р» или «М» или работать без насадок. При этом во избежание порчи прибора не допускать того, чтобы стрелку зашкаливало. Измерить освещенность.

4.4 Устройство и принцип действия люксметра TASI HS1010

Люксметр предназначен для измерения освещенности в помещениях и на улице. Обладает высокой чувствительностью и быстрым откликом, есть возможность выбора единицы измерения (люкс или фут-кандела), функция удержания показаний, измерение максимального и минимального значений. Имеет автоматический выбор диапазона измерений и возможность записи полученных значений во встроенную память. В режиме записи прибор может сохранить до 50 измерений с указанным интервалом, чтобы можно было посмотреть максимальное и минимальное значение, а также все записанные данные. Диапазон измерения 0...200000 лк. Погрешность $\pm 4...5\%$ показаний. Скорость измерений – 2 измерения в секунду. Фотоэлемент-один кремниевый фотодиод с фильтром.

Внешний вид люксметра представлен на рис.4.2.



- 1 -LED дисплей; 2 – включение / выключение прибора;
 3 – максимальные и минимальные значения; 4 – кнопка приостановки измерений; 5 – выбор диапазона измерений; 6 – вход в основное меню;
 7- кнопка автоматической записи; 8 – фотодетектор.

Рисунок 4.2 Внешний вид люксметра TASI HS1010.

4.3 Проведение измерений

Измерения провести в следующем порядке:

1. Подготовить люксметр к работе.
2. Произвести измерение внешней освещенности $E_{\text{наруж}}$ через окно аудитории, при этом показание прибора увеличить вдвое, поскольку половина небосклона при этом будет закрыта возвышающейся частью здания.
3. Выполнить измерение освещенности $E_{\text{вн}}$ на рабочих местах по указанию преподавателя и занести в табл. 4.4 (при этом фотоэлемент прибора должен быть расположен вверх на расстоянии 0,8 м от пола).

Таблица 4.4 - Результаты измерения освещенности на рабочих местах

Номер рабочего места	Освещенность на рабочих местах, E_i , лк	Коэффициент естественного освещения, КЕО, %		Разряды зрительной работы
		на рабочих местах в аудитории	пересчитанный для III светового пояса	
1				
2				
3				
...				
16				

4. Изобразить схему аудитории с азимутами световых проемов (рис. 4.2).
5. Определить КЕО и разряды зрительной работы, которую можно выполнить на каждом рабочем месте.
6. Измерить освещенность через 1 м в точках, размеченных от стены с оконными проемами вдоль одной линии и построить график зависимости освещенности в помещении от расстояния до окна.
7. Определить световой коэффициент аудитории в соответствии с разделом 4.4.
8. Определить угол падения и угол отверстия в соответствии с разделами 4.5 и 4.6.
9. Рассчитать степень поглощения света стеклами (раздел 4.7).

10. Сделать выводы за каждым из проведенных исследований.

11. Выполнить расчет светотехники по данным, указанным преподавателем, в соответствии с разделом 4.8.

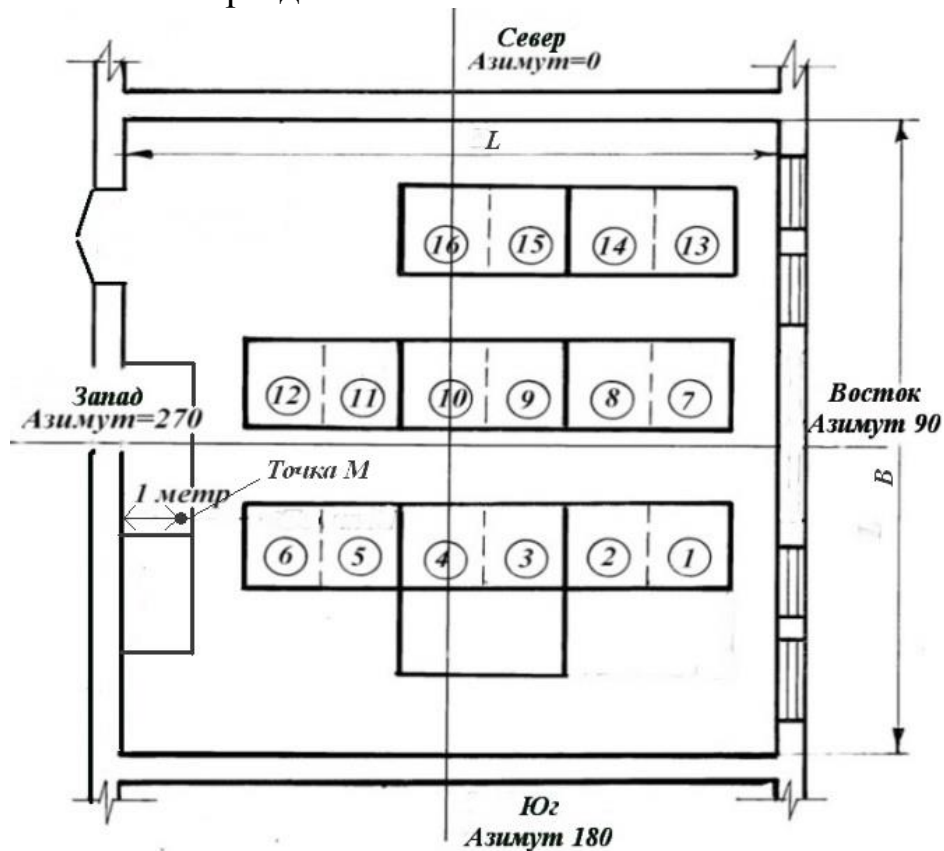


Рисунок 4.2 - Пример схемы аудитории для определения азимута световых отверстий

4.4 Определение светового коэффициента

Под световым коэффициентом K_C имеется в виду отношение площади застекленной поверхности окон к площади пола. Для определения светового коэффициента измеряют застекленную поверхность всех окон помещения (не учитывая раму и переплет), вычисляют площадь всей застекленной поверхности и определяют площадь помещения. Потом делят площадь помещения на площадь поверхности стекол. Световой коэффициент выражают простой дробью, числитель которой - единица, а знаменатель - отношение площади помещения к площади поверхности стекол.

Пример: Площадь световой поверхности окон в помещении аккумуляторного отделения равна 9 м, площадь пола 36 м^2 , тогда $9:36 = 0,25 = 1/4$.

Световой коэффициент в данном случае равен $1/4$, то есть площадь застекленной поверхности окон в 4 раза меньше площади пола. Для учебных аудиторий он должен находиться в пределах $1/4 \dots 1/6 = 0,25 \dots 0,166$.

4.5 Определение угла падения

Этот показатель характеризует угол, под которым падает из окна световой луч на данную горизонтальную поверхность в помещении на рабочее место. Для определения угла падения нужно провести две черты (рис. 5.3).

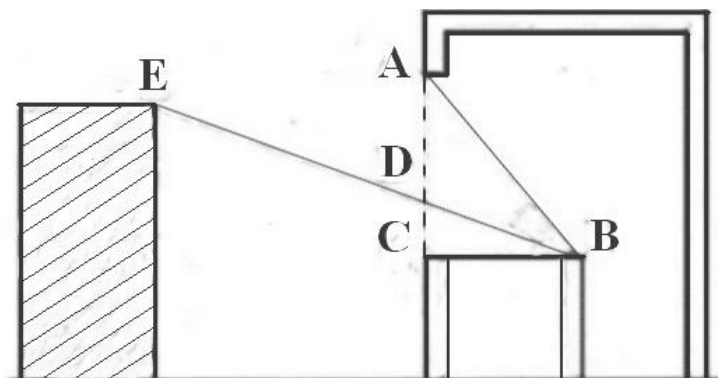


Рисунок 4.3 - Углы освещения: $\angle ABC$ - угол падения;
 $\angle ABE$ (ABD) - угол отверстия.

Линия BC проводится горизонтально от центральной точки поверхности рабочего стола до оконной рамы, линия AB - от рабочего стола (из той же точки) до верхнего внешнего края окна. Угол ABC и есть угол падения.

Поскольку треугольник ABC является прямоугольным, то $\operatorname{tg} \angle ABC = AC / BC$. Катет AC - это расстояние по вертикали между поверхностью рабочего стола и верхним краем окна. При высоте поверхности рабочего стола над полом, равной высоте подоконника, этот катет соответствует высоте окна. Катет BC - расстояние от центральной точки поверхности рабочего стола до окна. Эти катеты нужно измерить.

Пример: Высота окна $AC = 1,6$ м; расстояние от рабочего места до окна $BC = 2,5$ м.

$\operatorname{tg} \angle ABC = 1,6 / 2,5 = 0,640$. Зная тангенс угла, можно определить сам угол. В нашем примере угол падения $ABC = 33^\circ$.

Угол падения на рабочем месте должен быть не менее 27° . По мере удаления рабочего места от окна угол падения будет уменьшаться и, следовательно, освещенность станет хуже. Угол падения зависит также от высоты окна. Чем выше окно, тем угол падения больше.

4.6 Определение угла отверстия

Угол отверстия характеризует величину участка небосвода, свет от которого падает на рабочее место и непосредственно освещает рабочую поверхность.

Угол отверстия образуется двумя линиями (рис. 4.3). Линия АВ (как и при определении угла падения) соединяет рабочее место с верхним (внешним) краем окна. Линия ВЕ идет от рабочего места к высшей точке здания или дерева, которое стоит напротив. Угол АВЕ и является углом отверстия.

Для его определения один человек садится за рабочий стол и мысленно проводит прямую линию от поверхности стола к наивысшей точке противоположного здания. Другой человек, по указанию первой, отмечает на стекле окна точку, через которую эта линия проходит, и фиксирует эту точку (на рис. 4.3 это точка D).

Потом измеряют расстояние по вертикали DC между этой точкой и поверхностью рабочего стола и расстояние по горизонтали СВ от окна к рабочему столу. Отношение DC к СВ есть $\operatorname{tg} \angle DBC$. Угол отверстия ABD является частью угла падения ABC минус угол DBC.

Пример: Допустимо, что мнимая линия ВЕ, которая идет от поверхности рабочего стола к высшей точке противоположного здания, пересекает окно в точке D на высоте 1,2 м от поверхности рабочего стола. Рабочий стол находится от окна на расстоянии 2,5 м.

$\operatorname{tg} \angle DBC = DC / CB = 1,2 / 2,5 = 0,480$. Угол падения ABC из указанного выше примера равен 33° . Угол $\angle ABD = \angle ABC - \angle DBC = 33^\circ - 26^\circ = 7^\circ$.

Угол отверстия не должен быть менее 5° . Чем больше участок неба, который видно из окна, тем больше угол отверстия, тем лучше освещение. Для обеспечения большего угла отверстия необходимо, чтобы расстояние между зданиями было не меньше удвоенной высоты более высокой из этих зданий.

4.7 Определение степени поглощения света стеклами

Определение процента поглощения света при прохождении его через оконные стекла производится с помощью люксметра, при этом фотоэлемент последовательно накладывают на внешнюю и внутреннюю поверхности исследуемого стекла (или стекол) так, чтобы светочувствительная поверхность была расположенной наружу. По разнице освещенности на внешней ($E_{нар}$) и внутренней ($E_{внут}$) поверхностях стекла определяют коэффициент поглощения света в процентах

$$K_{\Pi} = \frac{E_{нар} - E_{внут}}{E_{нар}} \cdot 100\% .$$

Если невозможно непосредственно определить коэффициент поглощения света стеклами, то при расчетах необходимо вводить стандартный (принят средний) коэффициент на поглощение - 10% при одинарном остеклении и 40% при двойном, и величину ожидаемой по расчету освещенности необ-

ходимо соответственно умножить на 0,9 и 0,6 (по количеству проходящего через стекло света).

4.8 Расчет светотехники. Определение необходимой площади окон

Необходимая для заданных производственных условий площадь окон определяется по формулам:

а) при боковом освещении помещений:

$$S_0 = \frac{S_{II} \cdot KEO_i^H \cdot K_3 \cdot \eta_0}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} \cdot K_{3Д}; \quad (4.4)$$

б) при верхнем освещении:

$$S_\Phi = \frac{S_{II} \cdot KEO_i^H \cdot K_3 \cdot \eta_\Phi}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_2 \cdot K_\Phi}, \quad ($$

где S_0 - площадь световых проемов (в свету) при боковом освещении, m^2 ;

S_Φ - площадь световых фонарей (в свету) при верхнем освещении, m^2 ;

S_{II} - площадь пола помещения, m^2 ;

KEO_i^H - нормированное значение КЕО;

K_3 - коэффициент запаса, который учитывает снижение КЕО и освещенности в процессе эксплуатации вследствие загрязнения и старения светопрозрачного заполнения в световых проемах, а также снижения отражающих свойств помещения, ($K_3 = 1,3 \dots 2,0$);

η_0 - световая характеристика окон ($\eta_0 = 6,5 \dots 66$);

$K_{3Д}$ - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями ($K_{3Д} = 1,0 \dots 1,7$);

τ_0 - общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (4.6)$$

здесь τ_1 - коэффициент светопропускания материала (табл.4.5);

τ_2 - коэффициент, учитывающий потерю света в рамах светового проема (табл.4.5);

τ_3 - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях (при боковом свете $\tau_3 = 1$; при верхнем свете $\tau_3 = 0,8 \dots 0,9$);

τ_4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах ($\tau_4 = 0,6 \dots 1,0$);

τ_5 - коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями ($\tau_5 = 0,9$);

r_1 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию;: зависит от соотношений B/h , l/B , L/B , коэффициентов отражения потолка, пола и стен (табл. 4.6);

K_ϕ - световая характеристика фонаря или светового отверстия в плоскости покрытия;

r_2 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении, благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения

K_ϕ - коэффициент, учитывающий тип фонаря ($K_\phi = 1,0 \dots 1,4$).

Таблица 4.5 - Значение коэффициентов светопропускания τ_1 и τ_2

Вид светопропускающего материала	τ_1	Вид рамы	τ_2
Стекло листовое: одинарное двойное тройное	0,9 0,8 0,75	Рамы окон и фонарей промышленных зданий: а) деревянные: одинарные спаренные двойные раздельные	0,75 0,7 0,6
Стекло листовое узорчатое или армированное	0,6	б) стальные одинарные открывающиеся одинарные глухие двойные открывающиеся двойные глухие	0,75 0,9 0,6 0,8
Стекло теплоотражающее с пленочным покрытием: титановым олово-сурмяным или кобальтовым	0,7 0,65		
Стеклопластик листовой, плоский или волновой: бесцветный слабоокрашенный интенсивно окрашенный	0,75 0,6 0,5	Рамы окон жилых и общественных зданий: одинарные спаренные двойные раздельные	0,8 0,75 0,65
Органическое стекло: прозрачное матовое	0,9 0,5		

Таблица 4.6 - Значение коэффициента r_1

B/h	l/B	r_1 при боковом освещении с одной стороны								
		Средний взвешенный коэффициент отражения $\rho_{\text{ср}}$ потолка, стен и пола								
		0,5			0,4			0,3		
		Отношение ширины помещения L к его глубине B								
		0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более	0,5	1	2 и более
1...1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,32
Более 1,5...2,4	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,45	2,15	1,7	2	1,7	1,4	1,55	1,4	1,25
	1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5
Более 2,5...4	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	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,4	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
	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	2,35	2,0	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
	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7
Более 4	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	1,4	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	4	2,6	2,1
	1	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5

4.9 Расчетная часть

Задание

Рассчитать необходимую площадь оконных проемов для производственного помещения при следующих исходных данных (табл. 4.7)

Таблица 4.7 – Исходные данные к расчету необходимой площади окон

Номер варианта	Наименование участка	Размеры участка: - ширина L, м - глубина B, м	Азимут световых проемов, A_p , град	Коэффициент запаса, K_z	Световая характеристика окон, τ_p	Коэффициент затенения зданиями, $K_{зд}$	Расстояние до расчетной точки, l, м	Высота до верхнего среза проема, h, м	Средневзвешенный коэффициент отражения, ρ_p	Вид светопропускающего материала	Вид переплета
1	ТО и ТР	6	6	200	1,3	20		2	0,5	листовое	деревянный одинарный
2	Ремонт электрооборудования	8	4	300	1,5	12	3	2,2	0,4	листовое двойное	деревянный старенный
3	Кузнечно-рессорный	10	6	100	2	6	3	2,4	0,3	листовое тройное	деревянный двойной раздельный
4	Деревобрабатывающий	20	6	0	2	10	3,5	2,6	0,5	армированное	стальной одинарный открывающийся
5	Ремонт приборов питания	9	4	90	1,4	8	2	2,8	0,4	органическое прозрачное	стальной одинарный глухой
6	Сварочный	12	4	140	2	8	2,5	1,8	0,3	листовое	деревянный одинарный
7	Моторный	22	6	100	1,9	7	4	2	0,5	листовое	деревянный одинарный
8	Агрегатный	6	6	220	1,3	20	4,5	2	0,5	листовое	деревянный одинарный
9	Сварочный	8	4	300	1,5	11	3,5	2,2	0,4	листовое двойное	деревянный старенный
10	Слесарно-механический	10	5	100	2	6	3,2	2,4	0,3	листовое тройное	деревянный двойной раздельный

Продолжение таблицы 4.7

Номер варианта	Наименование участка	Размеры участка: - ширина L, м - глубина B, м	Азимут световых проемов, A_2 , град	Коэффициент запаса, K_3	Световая характеристика окон, η_0	Коэффициент затенения зданиями, $K_{зд}$	Расстояние до расчетной точки, l, м	Высота до верхнего среза проема, h, м	Средневзвешенный коэффициент отражения, ρ_p	Вид светопропускающего материала	Вид переплета
11	Шинмонтажный	22	6	100	1,9	6,5	1,5	4	2	0,4	стальной одинарный глухой
12	Обойный	9	4	90	1,3	9	1,2	3	2,8	0,4	деревянный одинарный
13	Кузнечно-рессорный	20	6	0	1,8	8	1,3	4	2,6	0,5	деревянный двойной раздельный
14	Ремонт электрооборудования	12	4	150	2	9	1,1	2,5	1,8	0,3	стальной одинарный глухой
15	Жестяничный	18	6	100	2	12	1,4	5	2,5	0,5	деревянный одинарный
16	Мойки и уборки автомобилей	18	9	200	1,5	10	1,4	6	2,4	0,3	деревянный одинарный
17	ЕО автомобилей	16	8	300	1,8	12	1,5	3,5	2,8	0,4	стальной одинарный глухой
18	Аккумуляторный	7,2	4	90	1,7	14	1,4	2,8	2,1	0,5	стальной одинарный открывающийся
19	ТО и ТР	12	6	120	1,3	14	1,7	3	2,8	0,4	деревянный одинарный
20	Компрессорный	6	6	0	1,6	8	1,6	4	2,4	0,4	деревянный стальной

Продолжение таблицы 4.7

Номер варианта	Наименование участка	Размеры участка: - ширина L, м - глубина B, м	Азимут световых проемов, A°, град	Коэффициент запаса, K _з	Световая характеристика окон, T _р	Коэффициент затенения зданиями, K _{зд}	Расстояние до расчетной точки, l, м	Высота до верхнего среза проема, h, м	Средневзвешенный коэффициент отражения, P _р	Вид светопропуска- ющего материала Стекло -	Вид переплета
21	Ремонт приборов питания	6	6	200	1,3	20	1,0	5	2	0,5	листовое одинарное деревянный одинарный
22	Кузнечно-рессорный	8	4	300	1,5	12	1,2	3	2,2	0,4	листовое двойное деревянный старенный
23	Ремонт электрообору- дования	10	6	100	2	6	1,4	3	2,4	0,3	листовое тройное деревянный двойной раздельный
24	Агрегатный	20	6	0	2	10	1,6	3,5	2,6	0,5	армированное стальной одинарный открывающийся
25	Ремонт электрообору- дования	9	4	90	1,4	8	1,1	2	2,8	0,4	органическое прозрачное стальной одинарный глухой
26	Агрегатный	12	4	140	2	8	1,3	2,5	1,8	0,3	листовое одинарное деревянный одинарный
27	Деревообрабатываю- щий	22	6	100	1,9	7	1,5	4	2	0,5	листовое одинарное деревянный одинарный
28	Слесарно-механичес- кий	6	6	220	1,3	20	1,0	4,5	2	0,5	листовое одинарное деревянный одинарный
29	Кузнечно-рессорный	8	4	300	1,5	11	1,3	3,5	2,2	0,4	листовое двойное деревянный старенный
30	Деревообрабатываю- щий	10	5	100	2	6	1,4	3,2	2,4	0,3	листовое тройное деревянный двойной раздельный

5 Практическое занятие №4

Исследование искусственного освещения

Цель работы: ознакомиться с принципами нормирования, методами контроля количественных и качественных характеристик искусственного освещения, особенностями эксплуатации осветительных установок.

Приборы и оборудование: люксметр Ю-117; камера для исследования искусственной освещенности.

5.1 Общие сведения

Многочисленными исследованиями установлено, что качественное освещение способствует снижению количества травм, особенно мелких, повышению производительности труда, снижению зрительного и общего утомления. Искусственное освещение осуществляется с помощью разных искусственных источников света.

В зависимости от освещаемой поверхности искусственное освещение делится на:

а) общее, предназначенное для освещения всего рабочего помещения, включая проходы, проезды; преимущества такого освещения - в его равномерности, недостаток - значительная мощность осветительных установок (чем выше установленные светильники, тем больше должна быть мощность установок);

б) местное предназначено только для освещения рабочей поверхности; его преимущество - создание большой освещенности под светильником при умеренной мощности источника света, недостаток - неравномерность освещения (во избежание травм использовать только местное освещение не разрешается);

в) комбинированное, состоит из местного и общего освещения; необходимая минимальная освещенность создается общим освещением, низко установленные над рабочим местом лампы местного освещения увеличивают освещенность до необходимой.

В зависимости от используемых источников света осветительные установки делятся на системы с лампами накаливания и с газоразрядными источниками света. К газоразрядным относятся люминесцентные лампы и лампы высокого давления.

Люминесцентные лампы выпускаются пяти типов: ЛХБ (холодно-белого света), ЛБ (белого света), ЛДЦ (для правильной передачи цветов), ЛД (дневного света), ЛТБ (тепло-белого света). Особенностью этих ламп является то, что чем лучше цветность ламп, тем меньше их КПД. Потому при

освещении поверхности лампами одной мощности при прочих равных условиях освещенность при использовании ЛБ будет больше.

Характерной особенностью работы газоразрядной лампы является пульсация светового потока, которая вызывается пульсацией питающего напряжения (питающее напряжение изменяется по синусоиде) и малой инертностью лампы.

Пульсацию светового потока оценивают коэффициентом пульсации освещенности:

$$K_{\Pi} = \frac{E_{MAX} - E_{MIN}}{2 \cdot E_{CP}} \cdot 100\%, \quad ($$

где K_{Π} - коэффициент пульсации;

E_{MAX} и E_{MIN} - максимальное и минимальное значение освещенности за период ее колебания, лк;

E_{CP} - среднее значение освещенности за тот же период, лк;

Коэффициент пульсации зависит от типа лампы и схемы включения.

Технические характеристики источников света приведены в табл. 5.1, где указаны максимальные и минимальные значения таких параметров, как мощность источников света P (Вт), их световой поток Φ (лм), коэффициент световой отдачи, равный отношению светового потока к мощности источника света:

$$K_{CO} = \frac{F}{P}, \text{ лм/Вт}; \quad (5.2)$$

где P - мощность лампы, Вт;

F - световой поток лампы, лм (люмен).

Таблица 5.1 - Характеристика источников света

Источник света	P , Вт	F , лм	K_{CO} , лм/Вт
Лампы накаливания	15...1500	85...180	5,6...12
Люминесцентные лампы	15...85	500...5220	33...65
ДРЛ (ртутные лампы)	80...1000	2000...50000	25...50

В соответствии со СНиП II - 4-79 регламентируются качественные и количественные показатели освещения, а именно: освещенность поверхности (количественный показатель), коэффициент пульсации и показатель ослепляющего действия (показатель качества освещения).

5.2 Нормируемые параметры искусственного освещения

Для определения величины освещенности следует знать:

- а) величину объекта различения;
- б) характеристику фона;
- в) контраст фона и объекта;
- г) систему освещения (общее освещение, комбинированное освещение);
- д) источник света (лампы накаливания, газоразрядные лампы).

Размер объекта различения - наименьший размер, который необходимо рассмотреть при проведении работы (например, при работе с приборами - толщина линии на чертеже).

Фон - поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на котором он рассматривается. Фон считается: светлым - при коэффициенте отражения поверхности $R_{\phi} > 0,4$; средним - R_{ϕ} от 0,2 до 0,4; темным - $R_{\phi} < 0,2$.

Контраст объекта различения с фоном определяется отношением абсолютной величины разницы между яркостью объекта и фона к яркости фона. При прочих равных условиях можно считать, что:

$$K = \frac{|P_{об} - P_{\phi}|}{P_{\phi}}, \quad (5.3)$$

где P_{ϕ} - коэффициент отражения фона;

$P_{отр}$ - коэффициент отражения объекта.

Контраст объекта различения с фоном считается:

- а) большим - при значении $K > 0,5$ (объект и фон резко различаются по яркости);
- б) - средним - при значениях K от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно различаются по яркости);
- в) - малым - при значениях $K < 0,2$ (объект различения и фон мало отличаются по яркости).

Величина нормативной освещенности выбирается по табл. 5.4 и 5.5 (в соответствии со СНиП II - 4-79).

При проверке соответствия параметров искусственного освещения нормам на рабочем месте с помощью люксметра Ю-117, описанного в разделе 4.2 практического занятия №4. При измерении освещенности от источников, которые отличаются по цветности, следует вводить поправочный коэффициент K_K :

- а) $K_K = 0,88$ для люминесцентных ламп типа ЛД;

- б) $K_K = 0,95$ для люминесцентных ламп типа ЛДЦ;
- в) $K_K = 1,03$ для люминесцентных ламп типа ЛХБ;
- г) $K_K = 1,15$ для люминесцентных ламп типа ЛБ;
- д) $K_K = 1,2$ для ламп высокого давления типа ДРЛ;
- е) $K_K = 1$ для ламп накаливания.

Если освещенность, измеренной люксметром (с учетом поправочного коэффициента), больше величины, выбранной для данного вида работ из СНиП, то освещенность находится в пределах нормы.

5.3 Устройство и принцип действия приборов и оборудования

Для измерения искусственной освещенности в данной работе используется люксметр Ю-117.

Для проведения исследования освещенности используется камера (рис. 5.1) со сдвигающимися дверцами 1. Внутренняя поверхность окрашена в темный цвет, который в процессе может заменяться на серый и белый путем установки внутри панелей из крагиса серого и белого цвета. В верхней части камеры установлены лампы накаливания и светодиодные 3 различной мощности, также люминесцентная лампа ЛБ-40 (или другая подобного типа) 2. Сбоку снаружи камеры смонтированный блок выключателей 4, позволяющий включать лампы, как поодиночке в любом порядке, так и все вместе, а также общий рубильник 5. Внутри установлена измерительная линейка 6 с делениями. Все измерения выполняются при закрытых дверцах камеры.

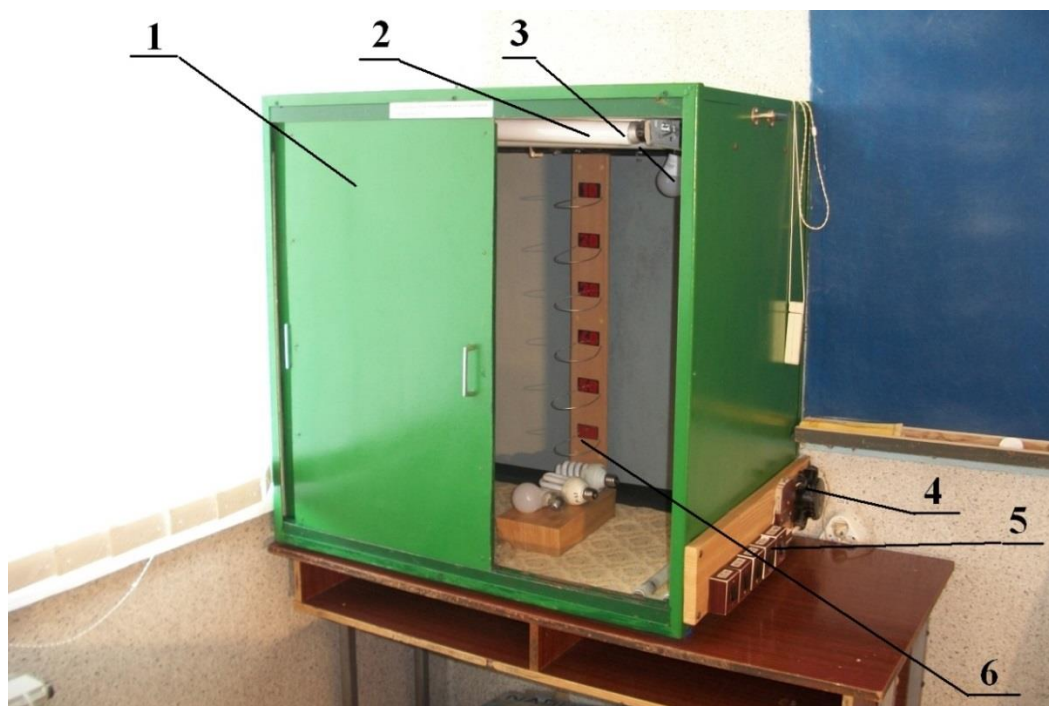


Рисунок 5.1 - Камера для исследования искусственной освещенности

5.4 Порядок проведения работы

1. Подготовить люксметр к работе.

2. Извлечь из камеры белые панели, расположить внизу под лампой накаливания мощностью 25 Вт фотоэлемент люксметра, включить рубильник 5 и выключатель "25 Вт". Измерить освещенность на расстоянии 70 см от лампы при темном фоне стен камеры.

3. Установить на место белые панели и повторить измерение при включенной лампе мощностью 25 Вт. Сравнить полученную величину с предыдущим измерением (расстояние 70 см).

4. Последовательным включением ламп мощностью 40, 60, 75, 40 + 60, 60 + 75, 25 + 40 + 60 + 75 Вт повторить п. 2 и п. 3 и занести приобретенные значения в табл. 5.2 (фотоэлементы люксметра при этом устанавливаются в точке наибольшей освещенности).

5. Измерить освещенность, создаваемую люминесцентной лампой аналогично п. 2 и п. 3 и занести результаты в табл. 5.2. Сравнить результаты (учесть коэффициент K_K).

6. При включенной лампе мощностью 25 Вт произвести измерение аналогично п. 2 и п. 3 на расстояниях 60, 50, 40, 30, 20 и 10 см от лампы и занести в табл. 5.3.

7. Графически изобразить зависимости освещенности от цвета фона, мощности, типа лампы и расстояния и сделать выводы о характере зависимостей.

8. Выполнить расчет светотехники по индивидуальным данным в соответствии с разделом 5.5.

Таблица 5.2 - Зависимость освещенности от мощности лампы

Мощность, P , Вт	Лампы накаливания							ЛД-20
	25	40	60	75	100	135	200	
Освещенность, E , лк								

Таблица 5.3 - Зависимость освещенности от расстояния до лампы

Расстояние, L , см	70	60	50	40	30	20	10
Освещенность, E , лк							

5.5 Расчет светотехники осветительной установки

Известны три метода расчета искусственного освещения: метод коэффициента использования светового потока, точечный метод, метод расчета по удельной мощности. Два метода используются при равномерном освещении горизонтальной поверхности, точечный метод - при неравномерном освещении вертикальных и наклонных поверхностей. Рассмотрим подробнее метод коэффициента использования светового потока как один из самых распространенных. Этот метод применяется для целей: определение мощности ламп, если задано их количество; определение количества ламп, если задана их мощность; определение светового потока, создаваемого одной лампой осветительной установки. При этом оперируют формулой:

$$F = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot z \cdot 100}{n \cdot N \cdot \eta}, \text{ лм}; \quad (5.4)$$

где F - световой поток лампы, лм (табл. 5.7 и 5.10);

E_H - нормативная освещенность, лк (табл. 5.4 и 5.5);

S - площадь освещаемого помещения, м²;

K_3 - коэффициент запаса, который учитывает снижение освещенности из-за загрязнения и старения лампы (табл. 5.6);

z - коэффициент неравномерности освещения ($z = 1, 1 \dots 1,5$);

n - количество ламп в светильнике;

N - количество светильников;

η - коэффициент использования светового потока, определяемый по табл. 5.8 и 5.9 в зависимости от коэффициентов отражения потолка, стен и рабочей поверхности и светового индекса помещения i :

$$i = \frac{L \cdot B}{H_p \cdot (L + B)}, \quad (5.5)$$

где L - длина помещения, м;

B - ширина помещения, м;

H_p - высота светильников над рабочей поверхностью, м.

Коэффициент использования осветительной установки определяет эффективность светового потока светильника на рабочем месте, будучи сложной функцией распределения света лампы и свойств помещения.

Коэффициент неравномерности освещения z характеризует неравномерность освещения:

$$z = \frac{E_{cp}}{E_{min}}, \quad (5.6)$$

где E_{cp} - средняя освещенность поверхности, лк;

E_{min} - минимальная освещенность поверхности, лк.

Для правильно спроектированного освещения коэффициент минимальной освещенности принимается равным 1,5...1,2.

В случае определения мощности используемых ламп по формуле (5.4), определяют значение светового потока и по нему из табл. 5.7 и 5.10 подбирают ближайшую по мощности лампу, световой поток которой не меньше расчетного.

Выбранные параметры осветительной установки не должны отличаться от результатов расчета более, чем на $\Delta = -10...+20\%$, иначе необходимо увеличить или количество ламп, или их мощность.

Пример. Определить необходимое количество ламп для обеспечения общей равномерной освещенности участка ремонта приборов питания размерами 10 х 6 м. Лампы - люминесцентные типа ЛБ-40, заключенные в светильники типа ОДР по две штуки в каждой. Высота подвеса светильников $H_p = 2,5$ м, коэффициенты отражения для потолка, стены и рабочей поверхности соответственно 50, 30 и 10%. Выделения пыли, копоти и дыма в помещении малые. Коэффициент неравномерности освещения $z = 1,3$.

Решение.

1. Из таблиц для заданных условий выбираем следующие значения:
нормативная освещенность $E_H = 300$ лк;
коэффициент запаса $K_3 = 1,5$;
световой поток одной лампы $F = 3000$ лм.

2. Определяем световой индекс помещения:

$$i = \frac{L \cdot B}{H_p \cdot (L + B)} = \frac{10 \cdot 6}{2,5 \cdot (10 + 6)} = 1,5.$$

3. Определяем коэффициент использования светового потока из таблицы, $\eta = 47\%$.

4. Определяем необходимое количество светильников:

$$N = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot z \cdot 100}{n \cdot F \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 60 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 100}{47 \cdot 3000 \cdot 2} = 12,4 \approx 12 \text{ шт.}$$

5. Определяем необходимое количество ламп:

$$M = N \cdot n = 12 \cdot 2 = 24 \text{ лампы.}$$

6. Определяем общий необходимый световой поток осветительной установки:

$$F_0 = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot z \cdot 100}{\eta} = \frac{300 \cdot 60 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 100}{47} = 74680,8 \text{ лм.}$$

7. Определяем общий фактический световой поток от рассчитанного количества ламп

$$F'_0 = M \cdot F = 24 \cdot 3000 = 72000 \text{ лм.}$$

8. Определяем отличие фактического общего светового потока от необходимого:

$$\Delta = \frac{100 \cdot (F'_0 - F_0)}{F_0} = \frac{100 \cdot (72000 - 74680,8)}{74680,8} = -3,6\%,$$

что входит в допустимые пределы.

Таблица 5.4 - Нормативная освещенность рабочих поверхностей на автотранспортных предприятиях при искусственном освещении

Помещения, посты и производственные участки	Разряд и подразряд зрительной работы	Нормативные значения освещенности E_H , лк	
		при газоразрядных лампах	при лампах накаливания
Мойка и уборка автомобилей	VI	150	150
ЕО автомобилей	VIIIa	75	30
ТО и ТР, деревообрабатывающий, обойный, шиномонтажный	Va	200	150
Ремонта электрооборудования, ремонта приборов питания, моторный, агрегатный, слесарно-механический	IVa	300	200
Кузнечно-рессорный, сварочный, жестяницкий, аккумуляторный, компрессорная	IVб	200	150

Таблица 5.5 - Нормы освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях

Характеристика зрительной работы по степени точности	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк			
						Комбинированное освещение		Общее освещение	
						ГРЛ	ЛР	ГРЛ	ЛР
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	4000	1500	300
			б	Малый	Средний	4000	3000	1250	300
				Средний	Темный				
			в	Малый	Светлый				
				Средний	Средний	3000	2000	1000	300
			г	Большой	Темный				
				Средний	Светлый				
				Большой	Светлый	1500	1250	400	300
				Большой	Средний				
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II	а	Малый	Темный	4000	3000	1250	300
			б	Малый	Средний	3000	2500	750	300
				Средний	Темный				
			в	Малый	Светлый				
				Средний	Средний	2000	1500	500	300
				Большой	Темный				
			г	Средний	Светлый				
				Большой	Светлый	1000	750	300	300
				Большой	Средний				

Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	а	Малый	Темный	2000	1500	500	300
			б	Малый	Средний	1000	750	300	200
				Средний	Темный				
			в	Малый	Светлый				
				Средний	Средний	750	600	300	200
				Большой	Темный				
			г	Средний	Светлый				
				Большой	Светлый	400	400	200	150
				Большой	Средний				
Средней точности	От 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	600	300	200
			б	Малый	Средний	500	500	200	150
				Средний	Темный				
			в	Малый	Светлый				
				Средний	Средний	400	400	150	100
				Большой	Темный				
			г	Средний	Светлый				
				Большой	Светлый	300	300	150	100
				Большой	Средний				
Малой точности	От 1,0 до 5,0	V	а	Малый	Темный	300	300	200	150
			б	Малый	Средний	200	200	150	100
				Средний	Темный				
			в	Малый	Светлый	-	-	100	50

			г	Средний	Сред- ний				
				Большой	Тем- ный				
				Средний	Свет- лый	-	-	100	50
				Большой	Свет- лый				
				Большой	Сред- ний				
Грубая	Больше 5,0	VI	-	Независимо от характеристики фона и контра- ста объекта с фоном				100	50
Работа с са- мосветящи- мися матери- алами в горя- чих цехах	-	VII	-	Независимо от характеристики фона и контра- ста объекта с фоном		-	-	200	150

Примечание: ГРЛ - газоразрядные лампы; ЛР - лампы накаливания.

Таблица 5.6 - Коэффициент запаса K_z

Характеристика объекта	K_z при лампах накаливания	K_z при газоразрядных лампах
Помещение с большими выделе- ниями пыли, дыма, копоти	1,7	2,0
Помещение со средними выделе- ниями пыли, дыма, копоти	1,5	1,8
Помещение с малыми выделе- ниями пыли	1,3	1,5
Внешнее освещение светильни- ками	1,3	1,5
Прожекторное освещение	1,5	

Выбранные параметры осветительной установки не должны отличаться от результатов расчета более, чем на $\Delta = -10...+20\%$, иначе необходимо или увеличить количество ламп, или их мощность.

Таблица 5.7 - Характеристики газоразрядных ламп

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм
Люминесцентные лампы			Ртутные лампы высокого давления		
ЛДЦ-15	15	500	ДРЛ-80	80	3200
ЛД-15		590	ДРЛ-125	125	5600
ЛХБ-15		670	ДРЛ-250	250	12500
ЛТБ-15		700	ДРЛ-400	400	22000
ЛБ-15		760	ДРЛ-700	700	35000
ЛДЦ-20	20	820	Металогенные лампы		
ЛД-20		920	ДРИ-250	250	16000
ЛХБ-20		935	ДРИ-500	500	37500
ЛТБ-20		975	ДРИ-700	700	58000
ЛБ-20		1180	Натриевые лампы высокого давления		
ЛДЦ-30	30	1450	ДнаТ-400	400	36000
ЛД-30		1640	Люминесцентные лампы		
ЛХБ-30		1720	ЛД-65	65	3570
ЛТБ-30		1720	ЛХБ-65		3820
ЛБ-30		2100	ЛТБ-65		3980
ЛДЦ-40	40	2100	ЛБ-65		4550
ЛД-40		2340	ЛДЦ-80	80	3600
ЛХБ-40		2600	ЛД-80		4250
ЛТБ-40		2580	ЛХБ-80		4440
ЛБ-40		3000	ЛТБ-80		4440
ЛДЦ-65	65	3050	ЛБ-80		5220

Таблица 5.8 - Значение коэффициента использования светового потока светильников с газоразрядными лампами, η , %

i	ОДР					ПВЧ-1					ВОД, ВЛВ, ВЛН					ВЛО				СДДРЛ				СЗ4ДРЛ			
ρ_{nom}	70	70	50	30	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	30	70	70	50	30	70	70	50	30
ρ_c %	50	50	30	10	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	30	10	50	50	30	10	50	50	30	10
$\rho_{пол}$	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	30	10	10	10	30	10	10	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
0,5	29	28	24	21	19	18	17	13	10	9	19	18	17	14	10	24	21	18	15	31	30	25	21	36	35	31	28
0,6	33	32	27	24	23	33	22	17	13	12	23	22	20	17	13	27	26	22	19	37	36	30	26	44	42	37	34
0,7	37	35	30	27	26	26	25	20	16	14	26	25	24	20	16	31	29	25	22	42	39	33	30	50	47	42	30
0,8	40	38	33	29	29	29	28	22	18	16	29	27	26	22	18	34	32	28	25	45	43	37	33	54	51	46	43
0,9	43	41	36	32	32	32	30	24	20	18	32	30	28	25	20	36	34	30	28	46	46	40	37	57	54	49	46
1,0	46	44	36	34	34	34	32	26	22	20	34	32	30	27	21	38	36	32	30	51	48	43	39	60	56	51	48
1,1	48	46	41	36	36	36	34	28	24	22	36	33	31	28	22	41	38	34	32	54	50	45	41	62	58	54	50
1,25	SI	48	44	39	39	39	36	30	26	24	38	35	33	30	24	43	40	36	34	58	53	48	44	65	60	56	53
1,5	55	52	47	43	42	43	39	33	29	27	41	38	36	33	27	44	42	38	36	62	57	52	49	70	64	60	67
1,75	59	54	50	46	45	46	42	36	31	29	44	40	38	35	29	48	44	40	38	66	60	55	52	73	66	63	60

Продолжение таблицы 5.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
2,0	62	56	52	49	47	48	44	38	33	31	46	42	40	37	31	50	46	42	40	60	62	58	54	75	68	65	62
2,25	64	58	54	51	49	51	45	40	35	39	48	43	41	39	33	52	47	44	41	71	64	60	56	77	69	66	63
2,5	66	60	55	52	51	52	47	41	37	34	49	44	42	40	34	54	48	45	42	73	65	61	58	79	70	67	65
3,0	69	62	58	55	53	55	49	43	39	36	52	46	44	42	36	56	50	47	45	76	68	64	61	81	72	69	67
3,5	71	63	59	57	55	57	51	45	41	38	54	48	46	44	38	58	51	48	46	78	70	65	63	83	73	70	68
4,0	72	64	61	58	56	59	52	47	43	40	56	49	47	45	40	59	52	49	48	81	71	68	65	85	74	72	69
5,0	75	65	62	60	58	62	54	49	45	41	57	50	48	47	41	61	54	51	49	83	73	69	67	86	76	73	71

Примечание: $\rho_{\text{пот}}$, $\rho_{\text{с}}$, $\rho_{\text{пол}}$ - коэффициенты отражения потолка, стен и пола соответственно, %.

Таблица 5.9 - Значение коэффициента использования светового потока светильников с лампами накаливания, η , %

i	СЗЛ					СУ					ПСХ					ПНП					Н4Б-300 с отражателем					В4А-200 с отражателем				
$\rho_{\text{пот}}$	70					70					70					70					70					70				
$\rho_{\text{с}}$	50					50					50					50					50					50				
$\rho_{\text{пол}}$	30					30					30					30					30					30				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0,5	31	29	27	25	24	20	18	16	14	12	19	18	13	9	7	22	20	14	10	9	31	29	25	22	21	19	18	15	12	12
0,6	38	36	33	30	29	33	32	25	21	19	24	23	16	12	10	25	24	18	14	12	34	32	28	25	24	22	21	17	14	14
0,7	42	40	36	34	33	47	43	38	33	31	28	27	19	14	12	30	27	21	18	17	37	35	31	28	27	24	23	19	17	16
0,8	46	44	39	36	35	51	48	42	38	36	30	29	21	16	13	33	30	24	20	20	40	38	33	31	30	27	25	21	19	18
0,9	48	46	41	39	38	53	50	44	40	38	33	31	23	18	15	36	33	26	22	21	43	40	36	33	32	29	27	22	21	20
1,0	50	48	43	41	40	56	52	46	42	40	35	33	25	20	16	38	35	27	24	22	45	42	38	35	34	30	28	24	22	21
1,1	52	49	44	42	41	58	54	48	44	45	37	35	26	21	17	40	37	29	25	23	47	44	40	37	36	32	30	26	24	23
1,25	54	51	47	44	43	61	57	51	47	49	40	37	28	23	19	42	39	31	27	25	50	46	42	39	38	34	32	28	25	24
1,5	57	53	50	41	46	66	61	55	51	59	43	40	31	25	21	46	42	34	30	27	53	49	45	43	42	38	35	31	28	27

Продолжение таблицы 5.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2,0	62	56	53	51	50	73	66	62	57	55	49	44	36	30	25	51	46	40	34	30	58	52	49	47	46	42	38	35	32	31
2,2	64	58	55	53	51	75	68	64	60	58	51	46	38	32	26	53	48	42	36	32	60	54	51	48	47	43	39	36	34	33
2,5	65	59	56	54	52	78	70	65	62	60	53	47	39	33	28	55	50	44	38	33	61	55	52	50	48	45	40	37	35	31
3,0	68	61	58	56	54	81	73	68	65	63	56	50	42	36	30	59	53	46	40	36	63	56	53	51	50	47	42	39	37	36
3,5	70	62	59	58	56	84	74	70	67	65	59	52	44	38	32	61	55	48	42	38	65	57	55	53	51	49	43	41	39	38
4,0	71	63	60	58	57	86	76	72	69	67	61	53	46	40	34	63	56	49	44	40	66	58	56	54	52	50	44	42	40	39
5,0	72	63	61	59	58	88	77	74	71	69	63	55	48	42	36	65	57	50	46	41	68	59	57	55	54	52	46	43	41	40

Примечание: $\rho_{\text{пот}}$, $\rho_{\text{ст}}$, $\rho_{\text{пол}}$ - коэффициенты отражения потолка, стен и пола соответственно, %.

Таблица 5.10 - Характеристики ламп накаливания

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм
B220-15	15	105	Г220-150	150	2000
B220-25	25	220	Б220-150	150	2100
Б220-40	40	400	Г220-200	200	2800
БК220-40	40	460	Б220-200	200	2920
Б220-60	60	715	Г220-300	300	4600
БК220-60	60	790	Г220-500	500	8300
Б220-100	100	1350	Г220-750	750	13100
БК220-100	100	1450	Г220-1000	1000	18600

5.6 Расчетная часть

Задание

Определить необходимое количество ламп для обеспечения общей равномерной освещенности производственного участка при следующих исходных данных (табл. 5.11)

Таблица 5.11 – Исходные данные к расчету необходимого числа ламп

Номер варианта	Наименование участка	Размеры участка: - ширина L, м	- глубина B, м	Тип лампы	Тип светильника	Число ламп в светильнике	Высота подвеса светильника, H _p , м	Коэффициенты отражения, %: - потолок, p _п	- стены, p _c	- рабочей поверхности, p _p	Характер выделения пыли, дыма, копоти в помещении	Коэффициент неравномерности освещения, z
1	ТО и ТР	6	6	ЛБ-30	ОДР	2	3,8	70	50	10	среднее	1,2
2	Ремонт электрооборудования	8	4	ЛХБ-40	ПВЛ-1	2	3,2	70	50	30	малое	1,25
3	Кузнечно-рессорный	10	6	ЛД-40	ВОД	2	2,6	70	50	30	большое	1,35
4	Деревообрабатывающий	20	6	ЛТБ-40	ВЛН	2	2,8	70	50	10	большое	1,35
5	Ремонт приборов питания	9	4	ЛД-65	ВЛО	2	1,9	50	30	10	малое	1,4
6	Сварочный	12	4	ЛДЦ-65	СДДРЛ	2	2,9	30	10	10	большое	1,3
7	Моторный	22	6	ЛБ-65	СДДРЛ	2	2,7	50	30	10	среднее	1,2
8	Агрегатный	6	6	ЛХБ-65	ВЛН	2	2,8	50	50	10	среднее	1,3
9	Сварочный	8	4	ЛБ-40	ОДР	2	3,0	30	10	10	большое	1,4
10	Слесарно-механический	10	5	ЛТБ-65	ПВЛ-1	2	2,8	50	50	10	среднее	1,3
11	Шиномонтажный	22	6	ЛД-65	ВЛВ	2	2,9	50	30	10	малое	1,4
12	Обойный	9	4	ЛДЦ-40	СДДРЛ	2	2,8	70	50	30	среднее	1,3
13	Кузнечно-рессорный	20	6	ЛБ-65	ПВЛ-1	2	2,9	50	50	10	большое	1,4
14	Ремонт электрооборудования	12	4	ЛДЦ-40	ВЛО	2	3,0	70	50	10	малое	1,2
15	Жестяницкий	18	6	ЛД-65	ВОД	2	2,7	70	50	10	большое	1,3
16	Мойки и уборки автомобилей	18	9	ЛТБ-20	ПВЛ-1	2	3,6	50	30	10	среднее	1,4
17	ЕО автомобилей	16	8	ЛБ-30	ОДР	2	3,5	50	30	10	среднее	1,2
18	Аккумуляторный	7,2	4	ЛБ-40	ОДР	2	2,8	70	50	30	малое	1,3
19	ТО и ТР	12	6	ЛД-80	ВОД	2	2,5	50	30	10	среднее	1,3
20	Компрессорный	6	6	ЛД-20	С34ДРЛ	2	3,4	50	30	10	малое	1,2

Таблица 5.11 – Исходные данные к расчету необходимого числа ламп

Номер варианта	Наименование участка	Размеры участка: - ширина L, м	- глубина B, м	Тип лампы	Тип светильника	Число ламп в светильнике	Высота подвеса светильника, H _р , м	Коэффициенты отражения, %: - потолок, p _п	- стены, p _с	- рабочей поверхности, p _р	Характер выделения пыли, дыма, копоти в помещении	Коэффициент неравномерности освещения, z
1	ТО и ТР	9	6	ЛБ-30	ОДР	2	3,8	70	50	10	среднее	1,2
2	Ремонт электрооборудования	8	4	ЛХБ-40	ПВЛ-1	2	3,2	70	50	30	малое	1,25
3	Кузнечно-рессорный	10	6	ЛД-40	ВОД	2	2,6	70	50	30	большое	1,35
4	Деревообрабатывающий	20	6	ЛТБ-40	ВЛН	2	2,8	70	50	10	большое	1,35
5	Ремонт приборов питания	9	4	ЛД-65	ВЛО	2	1,9	50	30	10	малое	1,4
6	Сварочный	12	4	ЛДЦ-65	СДДРЛ	2	2,9	30	10	10	большое	1,3
7	Моторный	22	6	ЛБ-65	СДДРЛ	2	2,7	50	30	10	среднее	1,2
8	Агрегатный	6	6	ЛХБ-65	ВЛН	2	2,8	50	50	10	среднее	1,3
9	Сварочный	8	4	ЛБ-40	ОДР	2	3,0	30	10	10	большое	1,4
10	Слесарно-механический	10	5	ЛТБ-65	ПВЛ-1	2	2,8	50	50	10	среднее	1,3
11	Пиномонтажный	22	6	ЛД-65	ВЛВ	2	2,9	50	30	10	малое	1,4
12	Обойный	9	4	ЛДЦ-40	СДДРЛ	2	2,8	70	50	30	среднее	1,3
13	Кузнечно-рессорный	20	6	ЛБ-65	ПВЛ-1	2	2,9	50	50	10	большое	1,4
14	Ремонт электрооборудования	12	4	ЛДЦ-40	ВЛО	2	3,0	70	50	10	малое	1,2
15	Жестяницкий	18	6	ЛД-65	ВОД	2	2,7	70	50	10	большое	1,3
16	Мойки и уборки автомобилей	18	9	ЛТБ-20	ПВЛ-1	2	3,6	50	30	10	среднее	1,4
17	ЕО автомобилей	16	8	ЛБ-30	ОДР	2	3,5	50	30	10	среднее	1,2
18	Аккумуляторный	7,2	4	ЛБ-40	ОДР	2	2,8	70	50	30	малое	1,3
19	ТО и ТР	12	6	ЛД-80	ВОД	2	2,5	50	30	10	среднее	1,3
20	Компрессорный	6	6	ЛД-20	СЗ4ДРЛ	2	3,4	50	30	10	малое	1,2

Продолжение таблицы 5.11

Номер варианта	Наименование участка	Размеры участка: - ширина L, м	- глубина B, м	Тип лампы	Тип светильника	Число ламп в светильнике	Высота подвеса светильника, H _р , м	Коэффициенты отражения, %: - потолок, p _п - стены, p _с - рабочей поверхности, p _р	Характер выделения пыли, дыма, копоти в помещении	Коэффициент неравномерности освещения, z		
21	Кузнечно-рессорный	6	6	ЛБ-30	ОДР	2	3,8	70	50	10	среднее	1,2
22	Шино-монтажный	8	4	ЛХБ-40	ПВЛ-1	2	3,2	70	50	30	малое	1,25
23	Обойный	10	6	ЛД-40	ВОД	2	2,6	70	50	30	большое	1,35
24	Ремонт электрооборудования	20	6	ЛТБ-40	ВЛН	2	2,8	70	50	10	большое	1,35
25	Жестяницкий	9	4	ЛД-65	ВЛО	2	1,9	50	30	10	малое	1,4
26	Мойки и уборки автомобилей	12	4	ЛДЦ-65	СДДРЛ	2	2,9	30	10	10	большое	1,3
27	ЕО автомобилей	22	6	ЛБ-65	СДДРЛ	2	2,7	50	30	10	среднее	1,2
28	ТО и ТР автомобилей	6	6	ЛХБ-65	ВЛН	2	2,8	50	50	10	среднее	1,3
29	Компрессорная	8	4	ЛБ-40	ОДР	2	3,0	30	10	10	большое	1,4
30	Аккумуляторный	10	5	ЛТБ-65	ПВЛ-1	2	2,8	50	50	10	среднее	1,3

6 Практическое занятие №5

Исследование производственного шума и методов борьбы с ним

Цель работы: ознакомиться с акустической аппаратурой и нормативными требованиями к производственным шумам, произвести измерение шума объекта, определить эффективность различных мероприятий относительно его уменьшения.

6.1 Общие сведения

В настоящее время вопросы борьбы с шумом имеют большое значение во всех областях, особенно в машиностроении, на транспорте, в энергетике.

Звук является волновыми колебаниями воздушной среды. Органы слуха человека воспринимают звуковые колебания в интервале частот от 16 до 20000 Гц.

Шумом является всякий нежелательный для человека звук или совокупность звуков. Шум вредно действует на организм человека, вызывает разные заболевания, снижает производительность труда, ослабляет внимание, способствует увеличению количества ошибок при работе и возникновению травм.

Шум определяется физическими характеристиками и физиологическим действием на человека.

Звуковым давлением называется разность между мгновенным значением полного давления и средним давлением, которое наблюдается в среде (воздух, жидкость и др.). Измеряется звуковое давление в паскалях - Па (Н/м^2).

Интенсивность звука - средний поток энергии в какой - либо точке среды в единицу времени, отнесенный к единице поверхности, нормальной к направлению распространения звуковой волны. Интенсивность звука измеряется в ваттах на квадратный метр (Вт/м^2).

Величина звукового давления и интенсивность звука, с которой придется иметь дело в практике борьбы с шумом, могут меняться в широких пределах: по давлению - до 10^7 раз, за интенсивностью - до 10^{14} раз. Человеческое ухо реагирует не на абсолютное, а на относительное изменение интенсивности звука. Поэтому введены логарифмические величины - уровни звукового давления и интенсивности, измеряемые в децибелах (дБ).

Уровень звукового давления определяется из соотношения:

$$L_p = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0}, \quad (6.1)$$

где P - среднее квадратичное значение звукового давления, Па;

P_0 - граничное значение звукового давления, для воздуха и частоты колебания $f = 1000$ Гц; $P_0 = 2 \dots 10^{-5}$ Па.

Уровень интенсивности звука :

$$L_1 = 10 \cdot \lg \frac{J}{J_0}, \quad (6.2)$$

где J - интенсивность звука, Вт/м²;

J_0 - интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости.

$$J_0 = 10^{-12}, \text{ Вт/м}^2.$$

Частота звука f определяется количеством колебаний воздушной среды в 1 с и измеряется в герцах (Гц).

Уровни звукового давления измеряются с помощью шумомера.

Шум, как сложный звук, может быть разделен на составляющие его простые тона определенной частоты и интенсивности. Разложение сложного колебательного процесса (шуму) на простые составляющие называют частотным анализом шума, а зависимость амплитуд отдельных составляющих от частоты колебаний (Гц) - спектром шума. Звуки разных частот при одинаковых уровнях звукового давления по разному влияют на орган слуха человека. Наиболее неблагоприятные для восприятия звуки высоких частот.

Для того, чтобы эффективно вести борьбу с шумами, необходимо знать их звуковой спектр.

Анализ шума производится с помощью устройств, которые состоят из набора электрических фильтров, каждый из них "вырезает" в исследуемом шуме определенную полосу частот, которая характеризуется предельными частотами (f_1 - нижняя и f_2 - верхняя граничные частоты), шириной и средней частотой f_{cp} (Гц), за которую обычно принимают среднюю геометрическую величину:

$$f_{cp} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}. \quad (6.3)$$

При исследовании шумов обычно пользуются фильтрами с постоянной относительной полосой пропускания ($f_2 / f_1 = \text{const}$). Полоса, в которой $f_2 / f_1 = 2$, называется октавой. В этом случае говорят, что анализ выполняется в октавных полосах частот. Если $f_2 / f_1 = \sqrt[3]{2} = 1,26$ - то ширина полосы равна 1/3 октавы (трехоктавный анализ). В данной работе используются октавные фильтры.

Граничные и средние геометрические частоты полос пропускания стандартизированы.

При нормировании шума используют два метода: нормирование по предельному спектру шума; нормирование уровня звука.

Первый метод нормирования является основным для постоянных шумов (за рабочую смену уровень звука во времени изменяется не более, чем на 5 дБ). В данном случае нормируются уровни звукового давления в восьми октавных полосах частот со средними геометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Второй метод нормирования общего уровня шума, измеренного по шкале А шумомера и называемого уровнем звука, дБА, используется для ориентировочной оценки постоянного и непостоянного шума, поскольку в этом случае мы не знаем спектра шума. (В современных шумомерах чаще всего используют две частотных характеристики чувствительности А и С. Характеристика А имитирует чувствительность уха человека. Характеристика С практически линейна во всем диапазоне частот).

Для тонального и импульсного шума (длительность одного или нескольких звуковых сигналов менее 1 с) допустимые уровни должны приниматься на 5 дБ меньше.

Допустимые уровни шума на рабочих местах, в соответствии с ГОСТ 12.1003-76, указаны в табл. 7.1

Основные методы борьбы с шумом: ослабление шума в его источнике; изоляция шума; поглощение шума.

Самая радикальная мера борьбы с шумом - применение малозумных машин и механизмов. Однако это не всегда возможно из-за сложности конструктивных изменений в машинах, поэтому чаще пользуются методами звукоизоляции и звукопоглощения.

В данной работе исследуется эффективность применения звукоизоляции источника шума и звукопоглощающего материала в помещении. Исследование эффективности звукоизоляции в данной работе будем проводить с использованием звукоизоляционного кожуха, звукопоглощающей облицовки и звукоизоляционной перегородки.

Звукоизолирующими кожухами закрывают шумные механизмы. Кожухи выполняют из дерева, металла или пластика, а внутреннюю поверхность стенок покрывают звукопоглощающим материалом.

Эффективность установки кожуха :

$$\Delta L_{Ki} = R_i + 10 \cdot \lg \alpha, \text{ дБ}; \quad (6.4)$$

где α - коэффициент звукопоглощения материала, нанесенного на внутреннюю поверхность кожуха, который является отношением поглощенной звуковой энергии к энергии падающей;

R - звукоизоляция стенок кожуха, дБ.

$$R_i = 20 \cdot \lg(G \cdot f_i) - 60, \quad (6.5)$$

где G - масса 1 м² стенок кожуха, кг, $G = 1,5$ кг/м²;

f_i - частота, Гц (63; 125, ..., 8000).

Тогда:

$$\Delta L_{ki} = 20 \cdot \lg(G \cdot f_i) - 60 + 10 \cdot \lg \alpha, \text{ дБ.} \quad (6.6)$$

Иногда часть помещения, где расположен самый интенсивный источник шума, отгораживают перегородкой. В реальных условиях перегородки делают, как правило, из кирпича, шлакоблоков, пенобетона и тому подобное. В данной работе в качестве перегородки используются пластины из оргстекла, алюминия, дерева и т. д.

Эффективность применения звукоизоляционных перегородок:

$$\Delta L_{ni} = R'_i + 10 \cdot \lg \frac{A}{S_n}, \text{ дБ;} \quad (6.7)$$

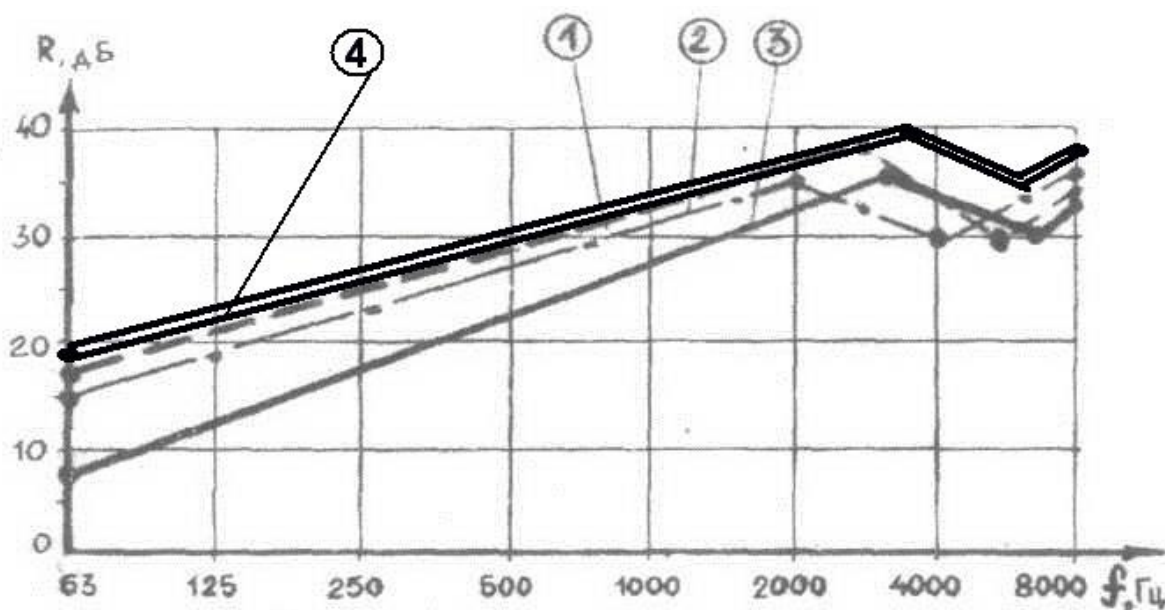
где R'_i - звукоизоляция перегородки, дБ (ордината на графике рис. 6.1);

A - эквивалентная площадь звукопоглощения тихого помещения (способ поглощения см. ниже),

$$A = 0,39 \text{ м}^2;$$

S_n - площадь изолирующей перегородки, м².

Значение R'_i приблизительно определяется по частотной характеристике звукоизоляции однослойного ограждения, представленного на рис. 6.1.



Перегородки: из стали (1), силикатного стекла (2) и органического стекла (3), двухслойного покрытия (4).

Рисунок 6.1 – Частотная зависимость звукоизоляции от частоты



Снижение шума за счет применения звукопоглощающего покрытия в помещении основано на уменьшении энергии отраженных волн вследствие их поглощения.

Эффективность установки звукопоглощающей облицовки в помещении

$$\Delta L_{\text{ОБЛ}} = 10 \cdot \lg \frac{A_2}{A_1}, \quad (6.8)$$

где A_1 и A_2 - эквивалентные площади звукопоглощения до и после покрытия звукопоглощающим материалом, м^2 .

$$A_1 = \alpha \cdot S, \quad (6.9)$$

где α - коэффициент звукопоглощения поверхности стен, потолка и пола помещения без покрытия, $\alpha = 0,1$;

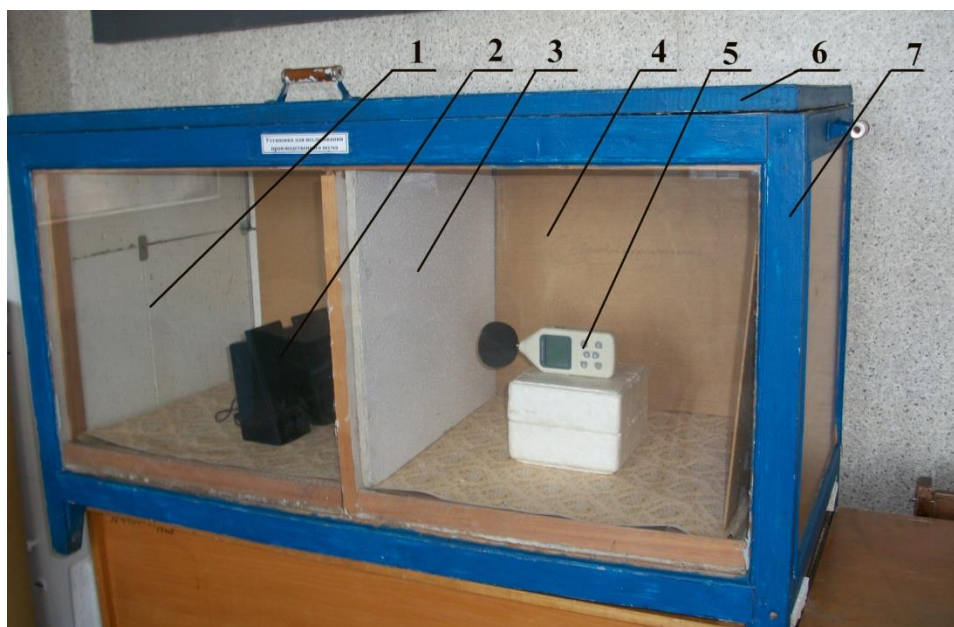
S - площадь этих поверхностей, м^2 .

$A_2 = \alpha_2 \cdot S_{\text{ОБЛ}} + \alpha_1 \cdot (S - S_{\text{ОБЛ}})$. Подставив выражения (7.9) и (7.10) в формулу (7.8), получим:

$$\Delta L_{\text{ОБЛ}} = 10 \cdot \lg \frac{\alpha_2 \cdot S_{\text{ОБЛ}} + \alpha_1 \cdot (S - S_{\text{ОБЛ}})}{\alpha \cdot S} \quad (7.11)$$

6.2 Используемые приборы и оборудование

В данной работе используется установка, изображенная на рис.6.2. Камера 7 с откидной крышкой 6 имитирует производственное помещение, в котором имеется источник шума 2. Для измерения уровня шума в камере установлен шумомер 5. Звукоизолирующий кожух покрыт изнутри мягким материалом. Звукопоглощающее покрытие 1 камеры выполнено в виде щитов из звукопоглощающего пористого материала, которые установлены по стенкам камеры, а крышка покрыта тонким слоем ваты. Звукоизолирующие перегородки 3 могут быть выполнены в виде пластин прямоугольной формы из стекла, стали, алюминия или других материалов.



1 – звукопоглощающее покрытие; 2 – источник шума;
3 – звукоизолирующая перегородка; 4 – панели из крагиса для закрывания звукоизолирующего покрытия; 5 - шумомер; 6 - крышка; 7 – камера.

Рисунок 6.2 - Установка для исследования шума.

Принцип работы шумомера заключается в том, что мембрана микрофона, воспринимая звуковые колебания, создает переменное электрическое напряжение, величина которого пропорциональна уровню звукового давления. Это напряжение поступает на вход специального усилителя, увеличивается в определенное число раз, выпрямляется и измеряется жидкокристаллическим индикатором, проградуированным в децибелах.

6.3 Проведение исследования эффективности использования коллективных средств защиты от шума (КСЗоШ)

1. Закрывать звукопоглощающее покрытие камеры панелями из крагиса 4, включить источник шума 2 и закрыть крышку 6.

2. Измерить эквивалентные уровни звукового давления для каждого вида производственного шума без средств шумоглушения L_i и занести в табл. 6.1.

3. Открыть крышку 6 камеры 7 (рис. 6.2) и, не меняя положений шумомера и источника шума, аккуратно удалить из камеры панели из крагиса 4, которые прикрывают звукопоглощающее покрытие. Произвести измерение уровней звукового давления $L_{ОБЛi}$ аналогично предыдущему случаю и занести результаты в табл. 6.1. Крышка установки при этом должна быть закрыта.

4. Измерить эквивалентные уровни звукового давления для каждого вида производственного шума со звукопоглощающей облицовкой и занести в табл. 6.1.

5. Открыть крышку камеры и, не меняя положений шумомера и источника шума, установить на прежнее место панели из крагиса. Отделить источник шума от шумомера звукоизолирующей перегородкой 3, установив ее в камеру и закрыть крышку.

6. Измерить эквивалентные уровни звукового давления для каждого вида производственного шума со звукоизолирующей перегородкой $L_{ПЕРi}$ и занести в табл. 6.1.

7. Открыть крышку камеры и, не меняя положений шумомера и источника шума, удалить звукоизолирующую перегородку и накрыть источник шума звукоизолирующим кожухом.

8. Измерить эквивалентные уровни звукового давления для каждого вида производственного шума со звукоизолирующим кожухом $L_{КОЖi}$ и занести в табл. 6.1.

9. Открыть крышку камеры и, не меняя положений шумомера и источника шума, установить звукоизолирующую перегородку, снять панели из крагиса, обнажив звукопоглощающую облицовку.

10. Измерить эквивалентные уровни звукового давления для каждого вида производственного шума со всеми КСЗоШ $L_{\Sigma i}$ и занести в табл. 6.1.

11. По результатам измерений построить график-диаграмму эквивалентных уровней звукового давления при использовании различных КСЗоШ (L_i , $L_{ОБЛi}$, $L_{ПЕРi}$, $L_{КОЖi}$ и $L_{\Sigma i}$) и сделать выводы об эффективности применения каждого из средств.

Таблица 5.1 – Результаты измерения эквивалентных уровней звука от различных источников

№ п/п	Источник шума	Эквивалентные уровни звука, дБА								
		Без КСЗoШ	Облицовка		Перегородка		Кожух		Все КСЗoШ вместе	
			$L_{OБЛi}$	Снижение, $\Delta L_{OБЛi}$	$L_{ПЕРi}$	Снижение, $\Delta L_{ПЕРi}$	$L_{КОЖi}$	Снижение, $\Delta L_{КОЖi}$	$L_{\Sigma i}$	Снижение, $\Delta L_{\Sigma i}$
1	Циркуляр- ная пила									
2	Углошли- фовальная машина									
3	Двигатель Д-144									
4	Шум за- водского цеха									
5	Шум стро- ительной площадки									
6	Перфора- тор									
7	Отбойный молоток									
8	Электро- дрель									

6.4 Расчетная часть

Таблица 6.2 - Допустимые уровни звукового давления и звука на постоянных рабочих местах

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБА, в октавных полосах со средними геометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни, дБА
	63,5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1 Помещение конструкторских бюро, расчетчиков, программистов ЭВМ, лабораторий для теоретических работ, приема больных в здравпунктах	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2 Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	58	55	52	50	49	60
3 Кабинеты наблюдения и дистанционного управления	94	87	82	78	75	73	71	70	80
4 Помещение и участки точного сборника, машинописные бюро	83	74	68	63	60	57	56	54	65
5 Помещение лабораторий для проведения экспериментальных работ, помещения для размещения шумных агрегатов ЭВМ	94	87	82	78	75	73	71	70	80
6 Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий, постоянные рабочие места стационарных машин	99	92	86	83	80	78	76	74	85
7 Рабочие места водителей и обслуживающего персонала	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Таблица 6.2 - Результаты измерений спектра шума источника в камере без средств шумопоглощения

Параметр	Средние геометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

L , дБА								
L_H , дБА								

Таблица 6.3 - Результаты измерений шума источника в камере со звукопоглощающим покрытием

Параметр	Средние геометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{OБЛ}$, дБА								
$L - L_{OБЛ}$, дБА								
$\Delta L_{OБЛ}$, дБА (рас)								
α_2	0,02	0,05	0,21	0,66	0,91	0,95	0,89	0,70
$S = 3,9 \text{ м}^2$; $S_{OБЛ} = 3,0 \text{ м}^2$; $\alpha_1 \approx 0,1$ Плита минераловатная акустическая на синтетическом связующем с пластифицирующими добавками и перфорацией типа ПА/С								

Таблица 6.4 - Результаты измерений спектра шума источника в камере при ограждении его перегородкой

Параметр	Средние геометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_n , дБ								
$L - L_n$, дБ								
ΔL_n , дБ (рас)								
R , дБ								
$S_n = 0,3 \text{ м}^2$; $\alpha_1 \approx 0,1$								

Таблица 6.5 - Результаты измерений спектра шума источника в камере при его установке в звукоизолирующий кожух

Параметр	Средние геометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{K\gamma}$, дБ								
$L - L_{K\gamma}$, дБ								
$\Delta L_{K\gamma}$, дБ (рас)								
R , дБ	0,15	0,2	0,22	0,3	0,75	0,77	0,71	0,6

Определение эффективности установки кожуха

Сделать измерение аналогично предыдущим случаям и занести значение L_{ki} в табл. Таблица 7.5.

По результатам измерений определить эффективность звукоизолирующего кожуха $L_i - L_{ki}$ и занести в табл. Таблица 7.5. Рассчитать за формулами γ , дБ, (Формула 7.4 и $\gamma_{\text{теор}}$, дБ (Формула 7.5 теоретическую эффективность кожуха и занести в табл. Таблица 7.5. Сравнить эффективности между собой.

Обработка результатов исследования

- Проанализировать спектры шума по табл. 6.2, 6.5 и сделать выводы:
 - о соответствии их допустимым уровням звукового давления на постоянных рабочих местах (табл. 6.1);
 - об эффективности исследованных в работе коллективных средств защиты от шума: покрытия, перегородки и кожуха;
 - о достоверности повреждения слуха рабочим через t лет работы в условиях шума, соответствующего измеренным значением (табл. 6.6).

- Выбрать (и обосновать выбор расчетом) дополнительно к коллективному индивидуальное средство защиты в соответствии с табл. 6.7.

Таблица 6.6 - Вероятность повреждения слуха рабочим

Эквивалентный уровень звука, L_A , дБ	Длительность работы, t , лет				
	5	10	15	20	25
85	0,01	0,03	0,05	0,06	0,07
90	0,04	0,10	0,14	0,16	0,16
95	0,07	0,17	0,24	0,28	0,29
100	0,12	0,29	0,37	0,42	0,43

105	0,18	0,48	0,53	0,58	0,60
110	0,26	0,55	0,71	0,78	0,78
115	0,36	0,71	0,83	0,84	0,87

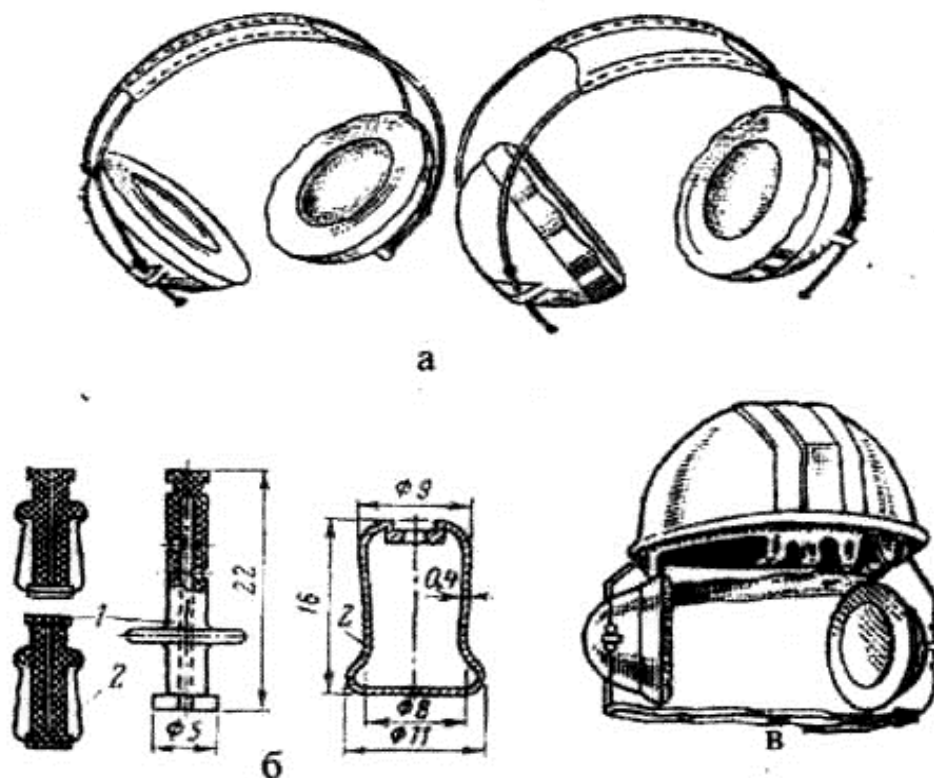
Таблица 6.7 - Характеристика защитных свойств противошумов

Тип	Группа	Эффективность противошумов, дБ, при частоте, Гц, не меньше						
		125	250	500	1000	2000	4000	8000
Наушники	А	12	15	20	25	30	35	35
	Б	5	7	15	20	25	30	30
	В	-	-	5	15	20	25	25
Вкладыши	А	10	12	15	17	25	30	30
	Б	5	7	10	12	20	25	25
	В	5	5	5	7	15	20	20
Шлемы	-	17	20	25	30	35	40	40
Поправка, дБ		-5	-5	-5	-10	-10	-10	-10

Примечания:

1) допускается уменьшение указанной эффективности на 3 дБ не более, чем на двух частотах;

2) противошуми по назначению и конструктивному выполнению делятся на три типа: наушники, которые закрывают ушную раковину (рис. 6.3 а); вкладыши, которые перекрывают внешний слуховой канал уха (рис. 6.3 б); шлемы, которые закрывают часть лица и ушную раковину (рис. 6.3 в).



а) наушники; б) вкладыши (1 - сердечник; 2 - резиновый колпачок);
в) шлем.

Рисунок 6.3 - Средства индивидуальной защиты от шума.

3) подбор протишумов для использования их в производственных условиях производится из условия:

$$L_i - (L_{Ei} + \Delta L_i) \leq N_i, \quad ($$

где L_i - уровень звукового давления в i -ой октавной полосе частот, измеренной на рабочем месте, дБ;

L_{Ei} - эффективность противошума в i -ой октавной полосе частот по нормативно-технической документации на конкретный вид противошума, дБ;

N_i - допустимый уровень звукового давления в i -ой октавной полосе частот;

ΔL_i - поправка на надежность защиты (табл. 6.7).

Список литературы

Основная литература:

1. Закон ДНР «Об охране труда». Постановление Народного Совета ДНР № 31-ІНС от 03.04.2015 г.
2. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений. Москва. Стандартинформ. 2014.
2. Охрана труда: учеб. / Н.Н. Карнаух. - М. : Юрайт, 2011. - 380 с, (1 экз.).
3. Охрана труда: учеб. пособие / Ю.П. Попов. - М : КНОРУС, 2007. - 224с. - (Среднее профессиональное образование) (1 экз.).
4. Охрана труда: учеб. пособие / А.В. Северинов, О.Н. Губарев, О.Г. Балюк, М-во образования и науки Украины. ХНЭУ. - 2-е изд., испр. и доп. - Х. : ИД "Инжэк", 2006. - 112 с. (2 экз.)
5. Основы охраны труда: учеб. / В.Ц. Жидецкий, В.С. Джигирей, А.В. Мельников ; М-во образования и науки Украины. Укр. акад печати. - 2-е изд., доп. - Л. : Афиша, 2000. - 351 с. (4 экз.).
6. Охрана труда в строительстве / А.А. Соловьев. - М. : ПРИОР, 2002. - 112 с. (3 экз.).

Дополнительная литература:

1. Долин П.А. и др. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1984 – 814.
2. Имайкин Г.А. Автомобильные дороги (охрана труда в строительстве). М.: Транспорт, 1985.- 263 с.
3. Михнюк Т. Ф. Охрана труда и экологическая безопасность: задачи и расчеты. Учеб. пособ. – Минск "Дизайн ПРО", 2004. – 95 с.
4. Москалева В.М. Основы охраны труда. К.: Основа - 664 с.
5. Салов А.И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. М.: Транспорт, 1985. - 183 с.
6. Орлов Г.Г. Инженерные решения по охране труда в строительстве. М.: Стройиздат, 1985. - 277 с.

ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ

Кутовой Виталий Александрович.

Коновальчик Максим Владимирович.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОХРАНА ТРУДА»
для студентов всех специальностей и направлений подготовки**

(Проект-предварительный)

19/00-2017-00

Подписано к выпуску _____.2014 г. Гарнитура Times New.

Услов. печ. лист. _____. Зак. № _____.

Государственное высшее учебное заведение
«Донецкий национальный технический университет»
Автомобильно-дорожный институт
84646, г. Горловка, ул. Кирова, 51
E-mail: druknf@rambler.ru

Редакционно-издательский отдел

Свидетельство о внесении в Государственный реестр издателей, изготовителей и распространителей издательской продукции ДК № 2982 от 21.09.2007 г.