

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

Т.В. Денисова

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методические указания к лабораторному практикуму
для студентов направления
280700.62 «Техносферная безопасность»

2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой РЭТЭМ

_____ В.И. Туев

«__» _____ 2013 г.

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методические указания к лабораторному практикуму
для студентов направления
280700.62 «Техносферная безопасность»

Разработчик:

доцент каф. РЭТЭМ

_____ Т.В. Денисова

«__» _____ 2013 г.

Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: методические указания к лабораторному практикуму для студентов направления 280700.62 «Техносферная безопасность» / Денисова Т.В. – Томск: ТУСУР, 2013. – 36 с.

Содержит описания семи лабораторных работ по дисциплине «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности», правила работы и требования по технике безопасности при проведении лабораторных работ, требования к оформлению отчетов. В описании работ содержатся необходимые теоретические аспекты и методика выполнения, контрольные вопросы. Ко всему циклу лабораторных работ прилагается общий список рекомендуемой литературы.

Указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению 280700.62 «Техносферная безопасность».

© Денисова Т.В., 2013

© ТУСУР, 2013

ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТ

В процессе выполнения лабораторной работы студент должен наблюдать за ходом эксперимента, отмечая все его особенности: изменение цвета, тепловые эффекты, выделение газа и т.д. Результаты наблюдений записывают в лабораторный журнал, придерживаясь определенной последовательности:

- название лабораторной работы, дата выполнения;
- цель работы;
- краткая теория вопроса;
- результаты эксперимента;
- выводы по результатам работы.

Отчет оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ ОС ТУСУР 6.1-97. Пример оформления титульного листа приводится в приложении А.

Для оформления Отчета также необходимо ознакомиться со следующими стандартами:

ГОСТ 7.12-93. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила.

ГОСТ 7.32-91. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам.

Лабораторная работа №1
Определение предельно-допустимой концентрации соли NaCl в питьевой воде
 (2 ч, самостоятельная работа - 1 ч)

Цель работы: изучение влияния концентрации поваренной соли на органолептические свойства воды.

Теоретические основы

Питьевая вода должна соответствовать ГОСТ 2874–82. Основные показатели качества питьевой воды можно разделить на следующие группы.

1. Органолептические показатели (запах, привкус, цветность, мутность).
2. Токсикологические показатели (концентрация алюминия, свинца, мышьяка, фенола, пестицидов).
3. Показатели, влияющие на органолептические свойства воды (рН, окисляемость перманганатная, жёсткость общая, концентрация нефтепродуктов, железа, марганца, нитратов, кальция, магния, сульфидов).
4. Химические вещества, образующиеся при обработке воды (хлор остаточный свободный, хлороформ, серебро).
5. Микробиологические показатели (термотолерантные колиформы или E.coli, ОМЧ).

К наиболее распространённым загрязнителям воды (содержание компонентов превышает нормативы) можно отнести

железо, марганец, сульфиды, фториды, соли кальция и магния, органические соединения, др.

Таблица 1.1. Гигиенические требования и контроль за качеством
 (ГОСТ 2874–82, 1988)

№ п/п	Показатель	Вода, поступающая к населению через систему центрального водоснабжения
1	Общая жесткость	<7 мг-экв/л
2	Запах, вкус	Менее 2 баллов при 20 ⁰ С
3	Цветность	Менее 20
4	Сухой остаток	<1000 мг/л
5	Сульфаты	<500 мг/л
6	Хлориды	350 мг/л
7	Фтор	<0,7...1,5 мг/л
8	Тяжелые металлы	Pb<0,05 мг/л Cu<1 мг/л Zn <5 мг/л
9	Железо общее	<1 мг/л
10	Бактерии	Менее 100 в мл
11	Коли-индекс	Менее 3
12	Хлор-фенольные запахи	Отсутствие
13	Хлор в точке, ближайшей к станции	0,3...0,5 мг/л

Биологическая роль соли NaCl определяется натрием и хлором, входящими в её состав. Соль жизненно необходима человеку. Соль NaCl имеет большое физиологическое значение для организма: участвует в секреции соляной кислоты в желудке, в транспорте аминокислот, углеводов и калия, способствует всасыванию глюкозы. Соль участвует в поддержании и регулировании водного баланса в организме.

Большая часть натрия в организме находится в связанном с хлором состоянии. Большая часть хлорида натрия, содержащегося в организме, находится во внеклеточной

жидкости. Натрий является главным катионом в плазме крови, составляя более 90 % от их общего количества.

Чрезмерное или просто повышенное потребление соли NaCl сопровождается задержкой тканями воды, что увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний, может приводить к повышенному артериальному давлению и болезням почек, нарушению обмена кальция, отложению солей, остеопорозу, различным заболеваниям суставов. Наряду с другими солями натрия, соль NaCl может стать причиной заболеваний глаз. Токсичность соли NaCl для человека, установленная по минимальной летальной дозе, составляет 8,2 г/кг веса при пероральном введении.

Порядок выполнения работы

1. Приготовить растворы соли NaCl с концентрацией соли 350 мг/л, 700 мг/л, 3500 мг/л, 7000 мг/л (на один литр дистиллированной воды добавить 350, 700, 3500 и 7000 мг NaCl соответственно).

2. Сравнить заданные концентрации соли с ПДК органолептическим методом. Для количественной оценки запаха, мутности и привкуса используют 5-балльную шкалу (1 балл – очень слабый; 2 балла – слабый; 3 балла – заметный; 4 балла – отчетливый; 5 баллов – очень сильный).

3. Заполнить таблицу 1.2, основываясь на оценках, сделанных в соответствии с органолептическим методом определения характеристик воды.

4. Сделать вывод о возможности использования образцов воды с различной концентрацией соли NaCl в качестве питьевой в соответствии с ГОСТ 2874–82.

Таблица 1.2

№ п/п	Концентрация соли в воде, мг/л	350	700	3500	7000
	Характеристика				
1	Запах				
2	Мутность				
3	Привкус				

Контрольные вопросы

1. Что такое предельно-допустимая концентрация?
2. Какие показатели влияют на органолептические свойства воды?
3. Как определяется токсичность соли?
4. Какую роль играет NaCl для организма человека?
5. Проблема пресной воды.
6. Влияние загрязнения гидросферы на здоровье населения.

Лабораторная работа №2

Изучение теплообмена тела человека с окружающей средой

(2 ч, самостоятельная работа - 1 ч)

Цель работы: научиться определять влияние на организм интенсивности теплообмена тела человека с окружающей средой.

Теоретические основы

Между человеком и окружающей средой происходит непрерывный процесс теплообмена. Нормальное протекание физиологических процессов в организме человека возможно лишь тогда, когда образующееся в организме тепло полностью отводится во внешнюю среду, т. е. когда имеет место тепловой баланс.

Организм человека обладает способностью в зависимости от конкретных метеорологических условий и тяжести труда регулировать теплообмен с внешней средой,

обеспечивая необходимое постоянство температуры тела и сохранение нормального теплового состояния. Регулирование теплообмена осуществляется путём изменения количества вырабатываемого в организме тепла и путём увеличения или уменьшения его передачи в окружающую среду за счёт соответствующих реакций одного из основных механизмов приспособления - терморегуляции.

Терморегуляция - совокупность физиологических процессов, обеспечивающих постоянство температуры тела человека в допустимых физиологических границах 36,4 - 37,5 °С. Данный диапазон температур внутренних органов человека наиболее благоприятен для протекания в организме биохимических реакций и деятельности мозга.

В производственных помещениях предприятий, имеющих источники тепловой энергии, возможно тепловое воздействие в трёх формах: тепловое излучение, тепловая конвекция и теплопроводность.

Виды теплоотдачи от человека к окружающей среде. Образование тепла в организме человека происходит за счёт окислительных реакций и сокращения мышц, а также поглощения тепла получаемого извне от оборудования, нагретых веществ, ламп накаливания и др. Отдача тепла организмом в окружающую среду осуществляется путём конвекции в результате нагревания воздуха, омывающего поверхность тела, (в благоприятных метеорологических условиях составляет примерно 30 % всей теплоотдачи), испарения влаги (пота) с поверхности кожи (в среднем 20 - 29 %), теплового излучения на окружающие предметы, имеющие более низкую чем кожа температуру поверхности (до 60 %).

Теплоотдача - процесс отдачи тепла организмом человека осуществляется:

- теплопроводностью (кондукцией);
- конвекцией (проведением), дыханием и испарением пота и влаги;
- радиацией (излучением).

Некоторое количество тепла затрачивается на нагревание пищи и воды во время пищеварения, нагревание воздуха в лёгких.

Теплообмен человека при выполнении различных видов физической работы значительно меняется, например, значительно увеличиваются теплотери испарением (конвекцией).

Теплопроводность. Теплопроводностью (кондукцией) осуществляется теплопередача от поверхности тела человека к соприкасающимся с ним твёрдым предметом.

Перенос тепла в этом случае происходит по Закону Фурье, Дж/с:

$$Q_{\text{конд}} = K S(t_1 - t_2), \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{конд}}$ - отдача тепла кондукцией; S - поверхность соприкосновения человека с предметом, м²; t_1 - температура поверхности тела, °С; t_2 - температура поверхности тела соприкосновения, °С; K - коэффициент теплопередачи, Вт/м²К, равный

$$K = 1/(\sum[\delta/\alpha]_{\text{ТК}} + \sum[\delta/\alpha]_{\text{возд}}), \quad (2.2)$$

где α - коэффициент теплопроводности, Вт/м-К; δ - толщина слоя одежды, м.

Теплопередача кондукцией через воздух составляет очень незначительную величину, так как коэффициент теплопроводности неподвижно воздуха равен 9,65-10⁻⁴ Вт/м-К.

Конвекция. Конвекцией осуществляется передача тепла с поверхности тела или одежды человека движущемуся около него воздуху. В общем балансе теплотери теплопередача конвекцией составляет значительную долю (свыше 25...30 %).

Для расчётов теплоотдачи конвекцией можно использовать уравнение Н. К. Витте, основанное на учёте охлаждения кататермометра и установленных при этом эмпирических постоянных величин:

$$Q_{\text{конв}} = 0,10 (0,5 + \sqrt{v}) S(T_{\text{в}} - T_{\text{п}}) \text{ для } v \leq 0,6 \text{ м/с}; \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{конв}} = 0,12 (0,273 + \sqrt{v}) S(T_{\text{в}} - T_{\text{п}}) \text{ для } v > 0,6 \text{ м/с}, \quad (2.4)$$

где v - скорость движения воздуха, м/с; S - поверхность тела человека, участвующая в теплообмене, м²; T_v - температура воздуха, °С; $T_{п}$ - температура (средняя) поверхности кожи, °С.

Испарение с поверхности тела человека. При испарении пота с поверхности кожи человека отнимается тепло, являющееся скрытой теплотой парообразования. Процесс теплоотдачи испарением с поверхности кожи и лёгких человека в условиях комфорта составляет 23.29 % всей теплоотдачи.

Количество тепла, отдаваемого с поверхности тела испарением, определяется уравнением, Вт:

$$Q_d = a_b WS(P_k - P_b), \quad (2.5)$$

где S — часть поверхности тела, покрытая потом, м²; W - коэффициент увлажнения кожи $W \sim 0,2 \dots 1$; P_k - парциальное давление водяного пара в насыщенном воздухе над кожей, Па; P_b - парциальное давление водяного пара в окружающем воздухе, Па; a_b - коэффициент перехода тепла во внешнюю среду при испарении пота, Вт/м²К, для одетого человека $a_b = 1,25K$, где K - коэффициент теплопередачи, для неодетого человека $a_b = 10,45 + 8,7v$, где v - скорость воздуха, м/с.

Как видно из уравнения, количество испаряющегося пота зависит от скорости движения воздуха, величины поверхности тела, покрытой потом, и от разности парциальных давлений ($P_k - P_b$); которая меняется в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха. Интенсивность выделения водяных паров с поверхности кожи человека резко возрастает и при интенсивной мышечной деятельности человека.

При приближённых расчётах считают, что количество тепла, отдаваемого с поверхности кожи испарением, в основном зависит от количества испарённой влаги и от температуры кожи.

Радиация (излучение). Теплоотдача радиацией - это передача тепла в форме лучистой энергии с поверхности тела человека на окружающие поверхности, имеющее более низкую температуру, или в окружающее пространство. Количество тепла, отдаваемого излучением, зависит от температуры поверхности тела (одежды), температуры окружающих тело стен и поверхностей, их способности излучать тепло, величины площади тела и окружающих поверхностей, расстояния и взаимного расположения тела и окружающих его поверхностей. Теплоотдача излучением в состоянии покоя человека составляет 43.. .50 % всей потери тепла.

Количество тепла, излучённого единицей поверхности тела в единицу времени, определяется по закону Стефана-Больцмана, справедливому только для абсолютно чёрного и серого тел, ккал/ч:

$$Q_{рад} = \alpha_{рад} S_{изл} [(273 - t_{п}/100)^4 - (273 + t_0/100)^4], \quad (2.6)$$

где $\alpha_{рад}$ - коэффициент теплоотдачи радиацией, Вт/м²-К; S^{TM} - излучающая поверхность тела человека, м²; t - температура поверхности тела и одежды, °С; t_0 - температура окружающих поверхностей, °С.

Этот закон показывает, что интенсивность излучения резко возрастает с повышением температуры поверхности тела. В помещении теплоотдачу радиацией определяют по формуле Н. Витте, Вт:

$$Q_p = 0,093 \cdot S(T_{ст} - T_T), \quad (2.7)$$

где Q , - теплоотдача радиацией, Вт; S - поверхность тела человека, м²; $T_{ст}$ - температура стен; T_T - средневзвешенная температура тела.

В теплообмене человека конвекцией и радиацией принимает участие в среднем 75 % всей поверхности тела. *Теплоотдача в процессе дыхания: нагревание воздуха и испарение влаги.* Количество тепла, отдаваемого телом человека на нагревание воздуха в лёгких, зависит

от количества прошедшего воздуха и его температуры при входе и выходе. А количество тепла, отдаваемого на испарение влаги, зависит от количества воздуха, прошедшего через лёгкие при дыхании и от содержания влаги во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе. Оно определяется по формуле

$$Q_{\text{дых}} = 0,001mp, \quad (2.8)$$

где p - удельная теплота испарения воды, Вт; m - количество влаги, испарённой в лёгких за 1ч (кг), определяемое разностью содержания влаги во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе. В общем виде тепловой поток от человека равен

$$q = \sum Q/s, \quad (2.9)$$

где S - площадь теплообмена (площадь поверхности тела человека) условного мужчины 180 м², условной женщины - 160 м². Соотношение поверхности частей к общей поверхности тела: голова - 7,36 %; бедро - 20,3 %; туловище - 35,5 %; голень - 12,5 %; плечо и предплечье - 13,4 %; стопа - 6,44 %; кисть - 4,5 %.

Порядок выполнения работы

1) По показаниям «сухого» и «мокрого» термометров с использованием I -х диаграммы определить температуру и относительную влажность воздуха в учебной лаборатории.

2) Разбить помещение на условные зоны. Рассчитать скорость воздуха (в зависимости от скорости работающего вентилятора) в зоне помещения и определить температуру окружающих человека поверхностей. Полученные данные занести в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Зона лаборатории	Температура «сухого» термометра, °C	Температура «мокрого» термометра, °C	Относительная влажность воздуха, %	Скорость воздуха, м/с	Тепловой поток от сухой кожи	Тепловой
1						
2						

3) Рассчитать по формулам (2.1) - (2.8) потери тепла радиацией (излучением), теплопроводностью и конвекцией, испарением влаги с кожи и верхних дыхательных путей и на нагрев вдыхаемого воздуха.

4) Рассчитать по формуле (2.9) общий тепловой поток от человека (сухая кожа и мокрая кожа) в зонах лаборатории.

Лабораторная работа №3

Определение фосфора в почвах

(2 ч., самостоятельная работа - 1 ч)

Цель работы: ознакомление с методикой определения фосфора в различных типах почв.

Общие положения

Значительная часть фосфора почвы (20–70 %) приходится на его органические соединения. Из минеральных соединений фосфора в почве чаще всего встречаются орто- и гидрофосфаты Ca, Mg, Al и Fe. Как правило, эти соединения труднорастворимы. Минеральный фосфор почв может частично находиться в адсорбированном состоянии, будучи связан с аморфными гидроксидами Al и Fe, глинистыми минералами.

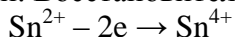
Все методы определения фосфора в почве основаны на его способности давать соединения с молибденовой кислотой. Из многочисленных методов определения фосфора наиболее пригодным для анализа почв следует признать колориметрический метод, так как валовое содержание фосфора в почве не превышает долей %.

Наиболее точным, хотя и трудоемким, является гравиметрический метод – метод двойного осаждения. Сначала фосфат-ион осаждают в форме фосфорномолибденового аммония. Так как состав этого осадка непостоянен и зависит от условий осаждения, промытый от примесей осадок растворяют в аммиаке и осаждают фосфат-ион уже в форме $Mg(NH_4)PO_4$, используя для осаждения раствор, содержащий $MgCl_2$, NH_4OH и NH_4Cl . Этот метод, как наиболее точный, можно использовать для оценки надежности других методов.

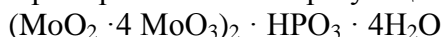
Определение подвижного фосфора в почвах на фотоэлектроколориметре

В основе всех методов определения фосфора лежит его способность в кислой среде образовывать с молибдатом комплекс – фосфорно-молибденовую кислоту (гетерополикислоту) состава: $H_3[P(Mo_3O_{10})_4]$, жёлтого цвета.

При дальнейшем прибавлении к раствору восстановителя (олова) молибден, входящий в состав фосфорно-молибденовой кислоты, частично восстанавливается до пятивалентного с образованием комплексного соединения синего цвета молибденовой сини. Восстановитель же (олово) будет окисляться:



Примерный состав образующегося соединения:



Метод Ф.В. Чирикова основан на извлечении фосфора из почвы 0,5 н раствором уксусной кислоты при соотношении: почва : раствор = 1: 25 с последующим определением фосфора в виде молибденовой сини на фотоэлектроколориметре.

Реактивы:

1. 0,5 н раствор уксусной кислоты CH_3COOH : 30мл CH_3COOH (конц.) разбавляют в небольшом количестве дистиллированной воды и доводят в мерной колбе до 1 л.

2. 2,5 %-ный раствор молибденовокислого аммония в серной кислоте (комплексобразователь) $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$: 25 г растворяют в 200 мл воды при нагревании. Одновременно в мерную колбу на 1 л приливают 500 мл воды и очень осторожно, по стенкам колбы, без перемешивания, вливают небольшими порциями 280 мл H_2SO_4 (конц.). После остывания обоих растворов в серную кислоту небольшими порциями, при постоянном помешивании, приливают раствор $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$. После охлаждения общий объем доводят до 1 л.

3. Хлористое олово: в стаканчик отвешивают 1,25 г $SnCl_2 \cdot 2H_2O$, добавляют 5–10 мл дистиллированной воды и 12 мл конц. HCl , перемешивают и переносят в мерную колбу на 50 мл, остальной объем доводят дистиллированной водой до метки. Колбу погружают в химический стакан с водой и кипятят на электроплитке до полного растворения восстановителя.

4. Эталонный раствор химически чистого однозамещенного фосфорнокислого натрия, содержащий в 1 мл 0,1 мг P_2O_5 (в 1 л 0,1 г). Приготовление: 0,17 г химически чистого NaH_2PO_4 , растворяют дистиллированной водой, доводят раствор до метки 1 л.

5. Рабочий раствор. Приготовление рабочего эталонного раствора: 1 мл основного эталонного раствора (с содержанием P_2O_5 0,1 мг/мл) разводят водой в мерной колбе на 50 мл. Такой рабочий раствор содержит 0,002 мг P_2O_5 в 1 мл.

Проведение анализа

2 г воздушно-сухой почвы помещают в колбу и приливают 50 мл 0,5 н раствора уксусной кислоты. Взбалтывают 1 час и оставляют стоять сутки. Суточное отстаивание можно заменить двухчасовым взбалтыванием. Фильтруют через плотный складчатый

фильтр. Первые порции фильтрата отбрасывают, чтобы освободиться от примесей. Вытяжка должна быть совершенно прозрачной. Если она мутная, ее перефильтровывают.

В зависимости от предполагаемого содержания фосфора берут 5–10–20 мл вытяжки, помещают в мерную колбу на 100 мл, разбавляют дистиллированной водой приблизительно до 80 мл, прибавляют 4 мл 2,5 %-ного раствора молибденовокислого аммония в серной кислоте (комплексобразователь), доводят водой до метки. Тщательно перемешивают, вносят 6 капель раствора хлористого олова. Колориметрирование следует проводить не позже, чем через 10 мин. после окрашивания, длина волны 650м–680 нм.

Содержание фосфора в испытуемых растворах определяется сравнением окрашенных исследуемых растворов с окрасками образцовых (эталонных) растворов. Для этого готовят шкалу образцовых растворов, предварительно приготовив рабочий эталонный раствор.

Приготовление шкалы образцовых растворов: берут серию мерных колб емкостью 50 мл, наливают туда пипеткой определенное количество рабочего раствора (см. таблицу 3.1). Далее в колбы добавляют 2 мл 2,5 %-ного раствора комплексобразователя – молибденовокислого аммония, доводят водой до метки. Тщательно перемешивают, вносят 2–3 капли хлористого олова.

Таблица 3.1
Шкала эталонных растворов
(рабочий раствор фосфата – 0,002 мг Р₂О₅ в 1 мл)

№ колбы	Рабочий эталонный раствор, мл (на 50 мл)	Концентрация Р ₂ О ₅ – С _{эт.} , мг (в 50 мл)	Оптическая плотность D
1	1	0,002	
2	2,5	0,005	
3	5	0,01	
4	10	0,02	
5	15	0,03	
6	20	0,04	
7	25	0,05	

Для дальнейшего вычисления количества Р₂О₅ в мг на 100 г почвы используют формулу:

$$P_2O_5 = \frac{D_{исп} \cdot C_{эт} \cdot V_1 \cdot 100}{D_{эт} \cdot z \cdot V_2} \cdot K,$$

где D_{исп} – оптическая плотность испытуемого раствора;

D_{эт} – оптическая плотность эталонного раствора, взятого для сравнения (из таблицы 3.1);

C_{эт} – концентрация эталонного раствора, мг/мл Р₂О₅ (из таблицы 3.1);

V₁ – общий объем вытяжки, мл;

V₂ – объем вытяжки, взятый для определения, мл;

K – коэффициент гигроскопичности.

По таблице 3.2 сравнить найденное количество Р₂О₅ в исследуемой почве с обеспеченностью почвы для различных сельскохозяйственных культур.

Таблица 3.2
Обеспеченность почв подвижными фосфатами по содержанию их в вытяжке (мг Р₂О₅ на 100 г почвы)

Обеспеченность	Зерновые зернобобовые	Корнеплоды (картофель)	Овощные технические
Очень низкая	2	5	10
Низкая	5	10	15
Средняя	5-10	10–15	15–20
Высокая	10	15	20

Контрольные вопросы

1. Какую роль играет фосфор в почвах?
2. Что такое колориметрия?
3. В чем заключается гравиметрический метод?

Лабораторная работа №4

Определение концентрационных пределов распространения пламени по газопаровоздушным смесям

(2 ч, самостоятельная работа - 1 ч)

Цель работы: Определить концентрационные пределы распространения пламени (область взрываемости) газопаровоздушных смесей и противопожарные требования к зданию для размещения в нем производства, связанного с применением этой газопаровоздушной смеси.

Содержание работы

1. Определить нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения, область взрываемости) сложного газа (задание получить у преподавателя).
2. Определить температурные пределы распространения пламени (воспламенения) для принятого сложного газа.
3. Вычислить давление, развиваемое при взрыве индивидуального вещества (задание получить у преподавателя).
4. Определить противопожарные требования к зданию, в котором может быть размещено производство, связанное с применением заданного газа.
5. Определить категорию здания по взрывопожарной и пожарной опасности.

Основные сведения

ГАЗОПАРОВОЗДУШНАЯ ГОРЮЧАЯ СИСТЕМА

При проектировании промышленных предприятий и размещении оборудования необходимо учитывать физико-химические свойства веществ, участвующих в производственных процессах, особенно веществ, склонных к воспламенению и взрыву.

Горение - химический процесс взаимодействия горючего вещества и окислителя, сопровождающийся выделением большого количества теплоты и света.

В зависимости от агрегатного состояния горючих веществ горение может быть гомогенным и гетерогенным. При гомогенном горении компоненты горючей смеси находятся в начальном газообразном состоянии. Если компоненты перемешаны, то происходит кинетическое горение (скорость горения зависит только от кинетики химических превращений). В противном случае, происходит диффузионное горение. Горение, характеризуемое наличием раздела фаз к горючей системе, является гетерогенным.

В зависимости от скорости протекания процесса различают установившееся (скорость распространения пламени в пределах нескольких м/с), взрывное (десятки и сотни м/с) и детонационное (тысячи м/с) горение. Взрывное горение (взрыв) сопровождается быстрым выделением большого количества энергии, вызывающим нагрев продуктов горения до высоких температур и резкое повышение давления.

Известны два механизма самоускоряющихся превращений при горении, теория которых разработана ученым Н.П.Семеновым - тепловой и цепной. Тепловой заключается в возрастании скорости превращения с увеличением температуры, а цепной - в результате развития цепных разветвленных реакций.

По агрегатному состоянию различают следующие горючие вещества: газы - вещества, абсолютное давление паров которых при температуре 50°C равно или более 300 кПа (3 кгс/см^2), или критическая температура которых менее 50°C; жидкости - вещества с температурой плавления (каплепадения) менее 50°C; твердые - вещества и материалы с температурой плавления (каплепадения) более 50°C; пыли - диспергированные твердые вещества и материалы с размером частиц менее 850 мкм.

Номенклатура показателей пожаро- и взрывоопасное вещества и материалов, необходимых для их характеристики в условиях производства, переработки; транспортировки и хранения, установлена ГОСТ 12.1.044-84. В число этих показателей входят: группа горючести, температура вспышки, температура воспламенения, температура самовоспламенения, нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения), температурные пределы распространения пламени (воспламенения), максимальное давление взрыва. Эти показатели можно получить экспериментально или расчетно-аналитическим методом. Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ и материалов определяются с целью получения исходных данных для подразделения производств на категории в соответствии с требованиями строительных норм и правил на проектирование производственных зданий промышленных предприятий, правил устройства электроустановок, утвержденных Госэнергонадзором, а также для разработки систем по обеспечению пожарной безопасности и взрывобезопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.044-84, ОНП 24-86, ГОСТ 12.1.004-91.

По горючести вещества и материалы подразделяют на три группы:

- негорючие (несгораемые) - вещества и материалы, неспособные к горению в воздухе. Негорючие вещества могут быть пожароопасными (например, окислители, а также вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом;

- трудногорючие (трудносгораемые) - вещества и материалы, способные возгораться в воздухе от источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления;

- горючие (сгораемые) - вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления. Из группы горючих веществ и материалов выделяют легковоспламеняющиеся вещества и материалы.

Легковоспламеняющимися называют горючие вещества и материалы, способные воспламениться от кратковременного (до 30с) воздействия источника зажигания с низкой энергией (пламя спички, искра, тлеющая сигарета и т.п.). Легковоспламеняющимися называются жидкости с температурой вспышки не более 61°C в закрытом тигле или 66°C в открытом тигле.

Результаты оценки группы горючести следует применять при подразделении материалов по горючести, при определении категории производств по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности, а также классов взрывоопасных и пожароопасных зон; при разработке мероприятий по обеспечению безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91.

Температура вспышки - самая низкая температура горючего вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для устойчивого горения.

Вспышка - быстрое горение горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

Температуру вспышки можно определить экспериментально и расчетом с помощью эмпирической формулы Орманди и Грэвена

$$T_{всп} = 0,736 \cdot T_{кип}$$

где $T_{кип}$ - температура кипения жидкости, К.

Температура воспламенения - наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после их зажигания возникает устойчивое пламенное горение.

Температуру воспламенения определяют экспериментально и расчетным путем.

Температура самовоспламенения - самая низкая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающихся пламенным горением.

Основным показателем взрывной опасности газов и паров в смеси с воздухом являются нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения) - минимальное и максимальное содержание горючего в смеси "горючее вещество - окислительная среда", при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания.

Температурные пределы распространения пламени (воспламенения) - такие температуры вещества, при которых его насыщенные пары образуют в конкретной окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему (нижний температурный предел) и верхнему (верхний температурный предел) концентрационным пределам распространения пламени.

Оценивают нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени ($\varphi_{п}$) по газопаровоздушным смесям исследуемого индивидуального вещества, %, по Формуле

$$\varphi_{п} = \frac{100}{a_{м} \cdot \beta + b_{м}} \quad (4.1)$$

$$\text{где } \beta = m_{с} + m_{s} + \frac{m_{н} - m_{х}}{4} - \frac{m_{о}}{2} + 2,5 \cdot m_{р};$$

$m_{с}$, m_{s} , $m_{н}$, $m_{х}$, $m_{о}$, $m_{р}$ - число атомов соответственно углерода, серы, водорода, галоида, кислорода и фосфора в молекуле соединения;

$a_{м}$, $b_{м}$ - универсальные константы, значения которых приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Рассчитываемый предел распространения пламени	$a_{м}$	$b_{м}$
нижний	8,684	4,679
верхний при $\beta < 7,5$	1,550	0,560
при $\beta > 7,5$	0,768	6,554

Например, для ацетона C_3H_6O :

$$\beta = m_c + m_s + \frac{m_n - m_x - m_o}{4} + 2,5 \cdot m_p = 3 + 0 + \frac{6 - 0}{4} - \frac{1}{2} + 0 = 4;$$

$$\varphi_H = \frac{100}{a_m \cdot \beta + b_m} = \frac{100}{8,684 \cdot 4 + 4,679} = 2,53\%,$$

$$\varphi_B = \frac{100}{a_m \cdot \beta + b_m} = \frac{100}{1,55 \cdot 4 + 0,560} = 14,8\%.$$

Область концентраций, при которых возможно воспламенение смеси, называют областью воспламенения, или диапазоном взрываемости. Пределы области не являются строго постоянными для определенной смеси и зависят от мощности источника воспламенения, наличия примесей инертных газов и паров, а также от давления горючей смеси. Увеличение мощности электрических искр, температуры и давления расширяет область воспламенения, но при неизменных условиях пределы этой области постоянны.

Концентрационные пределы воспламенения смеси, состоящей из нескольких взрывоопасных компонентов паров и газов, можно определить по формуле:

$$\varphi = \frac{100}{\frac{n_1}{\varphi_1} + \frac{n_2}{\varphi_2} + \dots + \frac{n_n}{\varphi_n}}, \quad (4.2)$$

где n_1, n_2, \dots, n_n - содержание компонентов в смеси, %; ($\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$ - нижние и верхние концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения) отдельных компонентов в смеси с воздухом, %).

С повышением температуры и давления пределы воспламенения газовых смесей с воздухом расширяются. Температурные в концентрационные пределы воспламенения связаны между собой следующими формулами:

$$\varphi_H = \frac{P_H^t \cdot 100}{P_{\text{Общ}}}; \quad \varphi_B = \frac{P_B^t \cdot 100}{P_{\text{Общ}}}, \quad (4.3)$$

где P_H^t, P_B^t - давление насыщенных паров при температурах, соответствующих нижнему и верхнему температурным пределам, кПа; $P_{\text{Общ}}$ - атмосферное давление, кПа.

Определив концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения), вычисляют значения P_H^t и P_B^t , соответствующие этим пределам. Принимая значения P_H^t и P_B^t равными давлению насыщенного пара, можно определить температуру насыщенного пара, т.е. температурные пределы распространения пламени (воспламенения).

Для углеводов, спиртов, эфиров температурные пределы распространения пламени рассчитывают по формуле

$$T_{\text{кип}} = K \cdot t_{\text{кип}} - I \quad (4.4)$$

где $t_{\text{кип}}$ - температура кипения, °С;

K, I - коэффициенты, постоянные в пределах гомологического ряда (углеводороды, спирты, эфиры).

Таблица 4.2

Вещество	Температурный предел	K	I, °С
Углеводороды	нижний	0,69	74
	верхний	0,79	51
Спирты	нижний	0,61	38
	верхний	0,69	15
Эфиры	нижний	0,61	54
	верхний	0,75	33

Например, для этилового спирта C_2H_6O $t_{\text{кип}} = 34,5^\circ\text{C}$;

$$t_H = 0,61 - 34,5 - 38 = 21 - 38 = -17^\circ\text{C};$$

$$t_B = 0,69 - 34,5 - 15 = 23,8 - 15 = 8,8^\circ\text{C}.$$

Температурные пределы распространения пламени (воспламенения) необходимо

учитывать при расчете безопасных режимов эксплуатации сосудов, трубопроводов при работе с взрыво- и пожароопасными веществами.

Расчетное давление взрыва для индивидуальных веществ определяют по формуле

$$P = (P_{\max} - P_0) \cdot \frac{m}{U_{CB}} \cdot \frac{Z}{\rho_{r,n}} \cdot \frac{1}{C_{cm}} \cdot \frac{100}{K_H}, \quad (4.5)$$

где P_{\max} - максимальное давление взрыва стехиометрической газозвушной или паровоздушной смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным (можно принять для углеводородов $P_{\max} = 900$ кПа, $P_0 = 101$ кПа);

m - масса горючего газа или паров легковоспламеняющейся или горючей жидкости, вышедших в результате расчетной аварии в помещение, кг;

Z - коэффициент участия горючего вещества во взрыве, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения (допускается принимать:

$Z = 0,5$ - для горючих газов,

$Z = 0,3$ - для воспламеняющихся жидкостей,

$Z = 0,3$ - для паров, содержащих аэрозоли);

U_{CB} - свободный объем помещения, m^3 (принимается равным 80% от объема помещения);

$\rho_{r,n}$ - плотность газа или пара, kg/m^3 ;

K_H - коэффициент, учитывающий негерметичность помещений и недиабатность процесса горения (можно принят $K_H = 3$);

C_{cm} - стехиометрическая концентрация горючих газов или паров ЛВЖ и ГЖ, %(об):

$$C_{cm} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta},$$

$$\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2} \text{ - стехиометрический коэффициент кислорода в реакциях горения;}$$

n_C, n_H, n_O, n_X - число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего вещества. Например, для CH_4 - метана:

$$\beta = n_C + \frac{n_H - n_X}{4} - \frac{n_O}{2} = 1 + \frac{4}{4} = 2;$$

$$C_{cm} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot 2} = 9,36.$$

Категории помещений и зданий

Категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности определяются по "Общесоюзным нормам технологического проектирования ОНТП 24-26" в зависимости от количества и взрыво- и пожароопасных свойств веществ и материалов с учетом технологических процессов.

Категории помещений характеризуются следующими веществами и материалами, находящимися (обращающимися) в помещении:

категория А (взрыво- и пожароопасная) - горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки менее $26^\circ C$ в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа;

вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышает 5кПа;

категория Б (взрыво- и пожароопасная) - горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более $28^\circ C$, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовать взрывоопасные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа;

категория В (пожароопасная) - горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества, материалы способны при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются не относятся к категории А или Б;

категория Г - негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива;

категория Д - негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Здание относится к категории А, если в нем сумма площадей помещений категории А более 5% площадей всех помещений или 200 м².

Степень огнестойкости здания, площадь этажа между противопожарными стенами и число этажей

Категория производства	Допускаемое число этажей	Степень огнестойкости здания	Площадь этажа между противоположными стенами, м ²		
			Одноэтажные здания	Многоэтажные здания	
				Двухэтажные	Трехэтажные
А и Б	6	I	Не ограничивается		
А и Б за исключением химических и нефтегазоперерабатывающих производств	6	II	Тоже		
В	6	I и II	Не ограничивается		
	3	III	5200	3500	2600
	2	IV	2600	2000	-
	1	V	1200	-	-
Г	10	I и II	Не ограничивается		
	3	III	6500	2500	3500
	2	IV	3500	2600	-
	1	V	1500	-	-
Д	10	I и II	Не ограничивается		
	3	III	7800	6500	3500
	2	IV	3500	1500	-
	2	V	2600	1500	-

Степени огнестойкости зданий и сооружений, группы возгораемости и минимальные пределы огнестойкости

Степень огнестойкости	Основные строительные конструкции				
	Несущие стены	Наружные стены	Плиты, настилы	Внутренние стены	Противопожарные стены
I	Не сгораемые				
	2,5	0,5	1,0	0,5	2,5
II	Не сгораемые			Трудносгораемые	Не сгораемые
	2,0	0,25	0,75	0,25	2,5
III	Не сгораемые		Трудносгораемые		Не сгораемые
	2,0	0,25	0,75	0,25	2,5
IV	Трудносгораемые				Не сгораемые
	0,5	0,25	0,25	0,25	2,5
V	Сгораемые				Не сгораемые

	0,25	0,25	0,25	0,25	2,5
--	------	------	------	------	-----

Порядок выполнения работы

1. Определить расчетным путем нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения) сложного газа в соответствии с заданием преподавателя.
2. Определить расчетным путем температурные пределы распространения пламени (воспламенения) для исследуемого сложного газа.
3. Рассчитать давление, развиваемое при взрыве индивидуального вещества по заданию преподавателя.
4. Определить категорию помещения и здания, в котором может быть размещено данное производство, и противопожарные требования к зданию.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Расчет нижнего и верхнего концентрационных пределов распространения пламени (воспламенения) сложного газа.
2. Расчет температурных пределов распространения пламени (воспламенения).
3. Расчет давления, развиваемого при взрыве индивидуального вещества.
4. Все расчетные данные свести в таблицу:

Исследуемое	$\varphi_{н}, \%$	$\varphi_{в}, \%$	$t_{н}, ^\circ\text{C}$	$t_{в}, ^\circ\text{C}$	$P, \text{кПа}$
горючее					
вещество					

5. Оценку взрывопожарной опасности здания, связанного с применением исследуемой газопаровоздушной смеси (категорию помещения, здания с кратким обоснованием).
6. Противопожарные требования к зданию, в котором будет размещено это производство, с кратким обоснованием их, в том числе:
 - а) степень огнестойкости и этажность здания;
 - б) группы возгораемости, минимальные пределы огнестойкости и максимальные допустимые пределы распространения огня.

Контрольные вопросы

1. Что такое концентрационные и температурные пределы распространения пламени, как их можно определить?
2. Что характеризует температура вспышки "горючего вещества"?
3. Как и с какой целью определить давление, развиваемое при взрыве?
4. Как определить категорию помещения, здания по взрывопожарной опасности?
5. Какие противопожарные требования предъявляются к зданию?
6. К какой категории отнести помещение, если в нем размещены технологические процессы, связанные с применением природного газа в качестве топлива?

Лабораторная работа №5

Исследование искусственного и комбинированного освещения на рабочем месте

(4 ч, самостоятельная работа — 2 ч).

Цель работы: 1) Ознакомиться с методикой расчета искусственного освещения. 2) Изучить устройство и принцип работы прибора для измерения освещенности. 3) Изучить нормирование освещенности в соответствии с нормами СНиП П-4-79.

Оборудование: люксметр, рулетка, линейка.

Содержание работы: Производительность и безопасность труда во многом зависит от освещенности рабочих мест.

За единицу освещенности в системе СИ принимается 1 люкс (лк), равный освещенности площади 1 м^2 , на которую падает равномерно распределенный световой поток в 1 люмен (ЛМ).

Чем меньше размеры объекта различения (объектом различения называется пятно, риска, черточка на изделии, которые надо различить в процессе выполнения рабочих операций) и контрастность с фоном, тем выше должен быть уровень освещенности (таблица 1 приложения).

Строительные нормы предписывают для каждого вида зрительных работ, условно разделенных на разряды и подразряды, определенный уровень освещенности.

Освещение должно быть гигиеничным и рациональным, т. е. обеспечить

- достаточную освещенность рабочих поверхностей;
- равномерность освещенности во времени;
- равномерное распределение яркостей в окружающем пространстве;
- отсутствие слепящего действия;
- отсутствие дополнительных опасностей и вредностей.

Все это создает благоприятные условия работы, предупреждает зрительное, общее утомление, способствует высокой производительности и безопасным условиям труда.

По конструктивному исполнению искусственное освещение может быть двух систем: общее – осуществляемое равномерным распределением светильников в помещении без учета расположения рабочих мест и оборудования; комбинированное – представляющее собой совокупность общего освещения и местных светильников, которые концентрируют световой поток непосредственно на рабочих местах. Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается. Для исключения больших световых контрастов между рабочим местом и окружающим пространством при комбинированном освещении необходимо, чтобы светильники общего освещения обеспечивали не менее 10% суммарной освещенности.

В помещениях производственных предприятий искусственное освещение создается лампами накаливания и газоразрядными лампами. Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения. Они удобны и просты в эксплуатации, дают световой поток без пульсации. Но световая отдача (7-20 лм/Вт) и срок службы (до 1000 ч) малы, а спектральный состав далек от естественного и находится в основном в желтой и красной зонах видимого спектра. Выпускаются следующие типы ламп накаливания: НВ – вакуумные, НБ – газонаполненные бесспиральные, НБК – бесспиральные с ксеноновым наполнителем и ионные лампы, срок службы которых удалось увеличить до 3000 ч.

Газоразрядные лампы – это приборы, в которых излучение оптического диапазона спектра возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов, паров металла и смесей.

Для газоразрядных ламп характерна гораздо большая, по сравнению с лампами накаливания, световая отдача (50 – 200 лм/Вт) и больший срок службы (до 8000 – 14000 ч). Кроме того, может быть получен полноценный спектр света, близкий к дневному, или соответствующий любой видимой части спектра. Следует отметить и малую по сравнению с лампами накаливания чувствительность к колебаниям напряжения.

К числу недостатков газоразрядных ламп следует отнести: сравнительно высокую стоимость ламп и пускорегулирующей аппаратуры, а также зависимость возникновения стробоскопического эффекта при освещении движущихся и вращающихся деталей.

Стробоскопический эффект состоит в искажении восприятия движущихся и

вращающихся предметов. Природа его следующая: при частоте 50 Гц ток в электрической цепи лампы прекращается 100 раз в секунду, одновременно прекращается ультрафиолетовое излучение ртутных паров и свечение люминофора. За счет чего световой поток лампы пульсирует с частотой 100 Гц. В результате этого при вращении детали с частотой 100 гц создается иллюзия остановки вращения, а при частотах свыше 100 Гц – иллюзия смены направления ее вращения и т. д.

В лампах накаливания такой эффект отсутствует, поскольку нагретая спираль обладает тепловой инерцией и не успевает за один полупериод колебания остыть.

При включении люминесцентных ламп в разные фазы электросети или в одну фазу со сдвигом напряжения посредством конденсатора стробоскопический эффект значительно снижается.

Люминесцентная лампа представляет собой стеклянную колбу длиной от 45 до 150 см, в которую впаяны металлические электроды – катод и анод, а стенки изнутри покрыты слоем люминофора. Трубка наполнена разряженными парами ртути (давление 0,1 – 1 мм рт. столба) с добавлением аргона.

При включении лампы в сеть между катодом и анодом возникает дуговой разряд, который сопровождается ультрафиолетовым излучением, возбуждающим видимое свечение люминофора. У люминесцентных ламп 15% светового потока обеспечивается за счет свечения дугового разряда и 85% - свечение люминофора. В зависимости от состава люминофора получается различная цветность свечения – различный спектр света.

Выпускаются лампы основных следующих типов: ДС – дневного света, БС – белого света, ХБС – холодного белого света, ТБС – теплого белого света и некоторые марки ламп с улучшенной цветопередачей. Причем, чем лучше цветность лампы, тем ниже КПД.

Для возникновения разряда необходимо или разогреть электроды или подать на лампу повышенное напряжение. Обычно используют оба условия сразу. Устойчивые условия зажигания люминесцентной лампы создаются схемой пуска.

При проектировании осветительных установок для обеспечения на рабочих местах нормируемой освещенности проводят светотехнический расчет. Его задачей является определение электрической мощности установки для получения заданной освещенности. При расчете общего освещения для горизонтальной рабочей поверхности с учетом света, окрашенного потолком и стенами, применим метод коэффициента светового потока. Основное уравнение метода:

$$F_{л} = \frac{100E_{н}SZK_{z}}{N\eta} \quad (5.1)$$

где $F_{л}$ – световой поток каждой из ламп;

$E_{н}$ – минимальная нормируемая освещенность, лк

K_{z} – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников ($K=1,4-1,8$) – в зависимости от количества выделяемой в помещении пыли;

S – площадь помещения, м²;

Z – отношение средней освещенности к минимальной, значение которого для ламп накаливания и ДРЛ-1,15;

N – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока ламп, %, т. е. отношение светового потока, падающего на расчетную поверхность к суммарному потоку всех ламп. Зависит от типа светильника, коэффициентов отражения потолка $\eta_{п}$; стен $\eta_{с}$ и индекса η формы помещения. Индекс формы помещения:

$$\eta = \frac{S}{\dots} \quad (5.2)$$

$$H_p(A+B)$$

где H_p – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м;

A и B – характерные основные размеры помещения, м;

Подсчитав по формуле (5.1) световой поток, по приложению 3 подбирают ближайшую стандартную лампу, обеспечивающую этот поток.

В практике допускается отклонение светового потока выбранной лампы от расчетного в пределах от -10% до $+20\%$, в противном случае задается другая схема расположения светильников.

Точечный метод применяют для расчета локализованного и комбинированного освещения наклонных и вертикальных плоскостей и для проверки расчета равномерного общего освещения, когда отраженным световым потоком можно пренебречь. В основу точечного метода положено уравнение:

$$E = \frac{J_a \cos^3 \alpha}{k H_p} \quad (5.3)$$

где J_a – сила света в направлении от источника на данную точку рабочей поверхности, кд;

α – угол между нормалью рабочей поверхности и направлениям светового потока от источника.

Данные о распределении силы света J_a приводятся в светотехнических справочниках.

При необходимости расчета освещенности в точке, создаваемой несколькими светильниками, подсчитывают освещенность каждого из них, а затем полученные значения складывают.

Метод удельной мощности является наиболее простым, но наименее точным, поэтому его применяют только при ориентировочных расчетах. Этот метод позволяет определить мощность каждой лампы $P_{л}$ (Вт) для создания в помещении нормируемой освещенности:

$$P_{л} = pS/n \quad (5.4)$$

где p – удельная мощность, Вт/м²;

S – площадь помещения м²;

n – число ламп в осветительной установке.

Значение удельной мощности приводят в светотехнических справочниках, в зависимости от уровня освещенности, площади помещения, высоты подвеса.

Ход работы:

Задание 1. Провести анализ изменения освещенности рабочего места в зависимости от высоты подвеса светильников.

1) Измерить освещенность на рабочем месте от светильников: люцетта, шар молочный, ВЗГ при высоте подвеса светильников H_p .

2) Измерить освещенность рабочей поверхности при высоте подвеса светильников H_p+10 см, H_p+15 см, H_p-10 см, H_p-15 см. Результаты измерения занести в таблицу 5.1.

3) Определить параметры, характеризующие зрительные условия труда. (Характер выполняемой работы по заданию преподавателя).

4) По нормам определить наименьшую нормируемую освещенность для выполняемой работы. Принимая во внимание параметры, определяемые выше, дать заключение о возможности проведения работ при действительной замеренной освещенности (тип светильника и высота подвеса светильника)

Таблица 5.1

Значения замеров освещенности в зависимости от типа светильников и высоты

подвеса.

Тип светильника	Освещенность, лк				
	Высота подвеса				
	H_p	H_{p+10}	H_{p+15}	H_{p-10}	H_{p-15}
Молочный шар					
Люцетта					
Зрительные условия труда	Размер объекта различения			Наименьшая освещенность, лк	
	Фон				
	Контраст объема с фоном				
Выводы:					

Задание 2. Исследовать комбинированное освещение. Полученные результаты измерений и расчетов занести в таблицу 5.2.

1) Включить светильник местного освещения, определить освещенность на рабочем месте под светильником.

2) Последовательно, в соответствии с нормами выключателей, включить светильники общего освещения, определить суммарную освещенность.

3) Определить в каждом случае долю общего освещения (в %), сделать заключение.

Таблица 5.2

Значения замеров освещенности от местных и общих светильников.

Количество светильников	1 местный 1 общий	1 местный 2 общих	1 местный 3 общих	1 местный 4 общих
Освещенность, создаваемая местным светильником				
Освещенность комбинированного освещения				
Доля общего освещения, %				

Задание 3. Произвести расчет искусственного освещения в помещении методом коэффициента использования по данным таблицы 5.3. (Вариант по указанию преподавателя)

Таблица 5.3

Значения исходных данных для расчета искусственного освещения.

Данные для расчета	Варианты				
	1	2	3	4	5
Производительная зрительная работа подобна работе с чертежом					

Размер объекта различения	0,25 мм	4 мм	0,45 мм	0,45 мм	4 мм
	Применяемые светильники				
	Накаливания			Люминесцентные	
	Глубоко излучатель	Универсаль без заменителя	Люцетта	ОД (открытый)	НБЛ (пыле-защитный)
1	2	3	4	5	6
Размеры помещения (S)					
Высота подвеса светильника, м					
Общее кол-во светильников					
Количество светильников					
Коэффициент отражения потолка $\square_{\text{П}}$ и стен $\square_{\text{С}}$, %					

Порядок расчета:

- 1) Вычислить площадь помещения.
- 2) Определить индекс помещения по формуле (5.2).
- 3) По приложению 2 найти значение коэффициента \square использования осветительной установки.
- 4) В соответствии с заданным разрядом работы оценить нормируемую освещенность E_{min} (см. результаты задания 1).
- 5) Полученные и заданные значения подставить в формулу (5.1) и произвести расчет.
- 6) По полученному световому потоку $F_{\text{л}}$ подобрать стандартную лампу.
- 7) Определить мощность осветительной установки, учитывая, что цифра в маркировке типа лампы, указывает электрическую мощность (Вт). Полученные результаты записать в отчет о лабораторной работе.

Задание 4. Провести анализ изменения освещенности как функций расстояния.

- 1) Разметить расположение точек замера, для чего расстояние разбить на “n” участков. Участок “1/n” принять таким, чтобы число замеров было не менее 6-8. (рис. 5.1)
- 2) Замерить освещенность $E_1, E_2, E_3, \dots, E_{n+1}$ на уровне рабочего места (для рабочих помещений уровень принимать 0,7-0,8 м от пола, для коридоров, лестниц, складов замеры принимать на уровне пола).
- 3) Построить график: изменение освещенности как функции расстояния (рис. 5.2).
- 4) Определить коэффициент неравномерности освещения КНР по формуле:

$$\text{КНР} = \frac{E_{\text{ср}}}{\square E_n} \quad (5.1)$$

E_{\min} $n \cdot E_{\min}$

5) 79) Дать заключение о рациональности расположения светильников (СНиП 11-4-

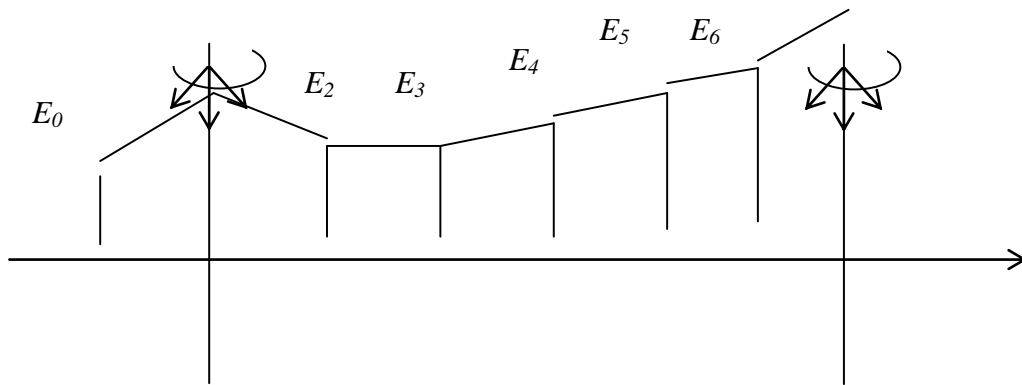


Рис. 5.2 График изменения освещенности как функции расстояния

Таблица 5.4

Значения замеров освещения как функций расстояния

Точки замера	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K_H
Освещенность измеренная в лк										
Коэффициент неравномерности освещения										
Заключение о соответствии данного расположения светильников СНиП 11-4-79										

Примечание. Санитарными нормами принята величина КНР в пределах не более 1,1

Контрольные вопросы

- 1) Перечислите виды искусственного освещения.
- 2) Перечислите требования, предъявляемые к искусственному освещению.
- 3) Какие виды ламп Вы знаете? Перечислите их достоинства и недостатки.
- 4) Принцип действия газоразрядных ламп и их виды.
- 5) Что такое светотехнический расчет и какова его задача?
- 6) Суть и применение точечного метода светотехнического расчета.
- 7) Основные качественные и количественные показатели, определяющие точность выполняемой работы.
- 8) Основные светотехнические величины.

Лабораторная работа №6

Оценка условий жизнедеятельности по факторам вредности и травмоопасности

(2 ч, самостоятельная работа — 2 ч).

Цель работы Оценить влияние вредных и опасных факторов среды обитания (на производстве, в городе и в быту), на продолжительность жизни человека и риск его гибели.

Теоретические основы

При суточной миграции человека во вредных условиях жизненного пространства суммарная оценка ущерба здоровью может быть определена через расчёт времени сокращения продолжительности жизни в сутках по приближенной формуле:

$$\text{СПЖ} = \text{СПЖ}_{\text{пр}} + \text{СПЖ}_{\text{г}} + \text{СПЖ}_{\text{б}}, \quad (6.1)$$

где $\text{СПЖ}_{\text{пр}}$, $\text{СПЖ}_{\text{г}}$, $\text{СПЖ}_{\text{б}}$, - сокращения продолжительности жизни при пребывании, соответственно, в условиях производства, города и быта (сут).

Расчёт снижения продолжительности жизни осуществляется:

- по фактору неблагоприятных условий производства

$$\text{СПЖ}_{\text{пр}} = (K_{\text{пр}} + K_{\text{г}} + K_{\text{н}}) (T - T_{\text{н}}), \quad (6.2)$$

где $K_{\text{пр}}$, $K_{\text{г}}$, $K_{\text{н}}$ - ущерб здоровью на основании оценки класса условий производства, тяжести и напряжённости труда, сут/г. (табл. 6.1, 6.2); T - возраст человека, г.; $T_{\text{н}}$ - возраст начала трудовой деятельности;

- по фактору неблагоприятных жилищных бытовых условий и загрязнённого воздуха в городе

$$\text{СПЖ}_{\text{б, г}} = (K_{\text{б}} + K_{\text{г}})T, \quad (6.3)$$

где $K_{\text{б}}$, $K_{\text{г}}$ - скрытый ущерб здоровью в условиях бытовой и городской среды, сут/г. (табл. 6.3);

- по факту курения с учётом сомножителя ($n/20$)

$$\text{СПЖ}_{\text{б}} (\text{курение}) = K_{\text{б}} T_{\text{к}} (n/20), \quad (6.4)$$

где n - количество выкуриваемых сигарет в день; $T_{\text{к}}$ - стаж курильщика; $K_{\text{б}}$ - по фактору езды в общественном транспорте.

$$\text{СПЖ}_{\text{г}} (\text{транспорт}) = K_{\text{г}} T_{\text{т}} t, \quad (6.5)$$

где $T_{\text{т}}$ - количество лет езды на работу в общественном транспорте; t - суммарное количество часов, затрачиваемое человеком ежедневно на проезд домой и на работу в оба конца.

Расчёт носит вероятностный характер и позволяет оценить влияние наиболее весомых факторов, характеризующих качество жизни конкретного человека.

Классификация условий труда по степени вредности и опасности. Условия труда подразделяются на 4 класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные.

Оптимальные условия труда (1 класс) - такие условия, при которых сохраняется здоровье работающих, и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.

Допустимые условия труда (2 класс), при которых факторы не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время отдыха или к началу следующей смены.

Вредные условия труда (3 класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное действие на организм работающего и/или его потомство.

Пороговые значения уровней вредных факторов для класса 4 приведены в табл. 6.1.

Таблица 4.1

Вредные факторы	Значение уровня
Вредные вещества 1-2 класса опасности	>20 ПДК
Вредные вещества, опасные для развития острого отравления	>10 ПДК
Шум, дБ	Превышение ПДУ >35
Вибрация локальная, дБ	Превышение ПДУ >12
Вибрация общая, дБ	Превышение ПДУ >24
Тепловое облучение	>2800 Вт/м ²
Электрические промышленной частоты поля	>40 ПДУ
Лазерное излучение	>10 ПДУ при однократном воздействии

Следует отметить, что работа в условиях труда 4 класса не допускается, за исключением ликвидации аварий и проведение экстренных работ для предупреждения аварийных ситуаций. При этом работы должны проводиться с применением средств индивидуальной защиты и при строгом соблюдении режимов проведения таких работ. Нормативные значения вредных и опасных факторов приведены в справочной литературе.

Оценка влияния вредных факторов на здоровье человека. Воздействие вредных факторов на здоровье человека определяется их уровнями, совокупностью факторов и длительностью пребывания человека в этих зонах.

Связь между совокупностью вредных производственных факторов и классами условий труда рассмотрена в специальном документе Минздрава России.

Шкала оценки ущерба здоровью с учётом влияния возможных сочетаний вредных факторов и их уровней, тяжести и напряжённости трудового процесса на здоровье работающих представлена в табл. 6.2 и 6.3.

Таблица 6.2

№ п/п	Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, сут/г. Кпр(Кн)
1	1 фактор класса 3.1	3.1	2,5
2	2 фактора класса 3.1	3.1	3,75
3	3 и более факторов класса 3.1	3.2	5,1
4	1 фактор класса 3.2	3.2	8,75 +
5	2 и более факторов класса 3.2	3.3	12,6
6	1 фактор класса 3.3	3.3	18,75 +
7	2 и более факторов класса 3.3	3.4	25,0
8	1 фактор класса 3.4	3.4	50,0 +
9	2 и более факторов класса 3.4	4	75,1
10	Наличие факторов класса 4	4	75,1

Таблица 6.3

Скрытый ущерб здоровью по показателю тяжести трудового процесса

№ п/п	Фактические условия труда	Класс условий труда	Ущерб, сут/г., К _т
1	Менее 3 факторов класса 2	2	-
2	3 и более факторов класса 2	3.1	2,5
3	1 фактор класса 3.1	3.1	3,75
4	2 и более факторов класса 3.1	3.2	5,1
5	1 фактор класса 3.2	3.2	8,75
6	2 фактора класса 3.2	3.3	12,6
7	Более 2 факторов класса 3.2	3.3	18,75

Методика количественной оценки ущерба здоровью при работе в неблагоприятных условиях труда включает следующие этапы:

- проводится оценка условий труда на рабочем месте по каждому негативному фактору, указанному в описании варианта, и устанавливается класс вредности условий труда;

- оценивается ущерб здоровью в виде сокращения продолжительности жизни К от класса условий труда на производстве по табл. 6.2;

- при оценке ущерба здоровью только по показателю тяжести трудового процесса используют данные табл. 6.3;

- при оценке ущерба здоровью только по показателю напряжённости трудового процесса величину ущерба принимают по классу условий труда по данным табл. 6.2, указанным в графе со значком «+».

Учёт влияния вредных факторов городской и бытовой сред на здоровье людей обычно проводится по упрощённым показателям, приведённым в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Скрытый ущерб здоровью по вредным факторам городской (К_г) и бытовой (К_б) среды, сут./г.

Факторы городской среды	Загрязнение воздуха в крупных городах	5
	Езда в часы «пик» в общественном транспорте ежедневно в течение 1 часа	2
Факторы бытовой среды	Проживание в неблагоприятных жилищных условиях	7
	Курение по 20 сигарет в день	50

Оценка влияния травмоопасных факторов на человека в производственных, городских и бытовых условиях. Вероятность травмирования человека в различных условиях его жизнедеятельности оценивается величиной индивидуального риска R. При использовании статистических данных величину риска; 1/ (человек/г.) определяют по формуле

$$R = \frac{N_{\text{тп}}}{N_0}$$

где N_{тп} - число травм за год; N₀ - численность работавших в тот же период.

Госкомстат РФ оценивает травмоопасность различных производств и отраслей показателями частоты травматизма K_ч и K_{си};

$$K_{\text{ч}} = \left(\frac{N_{\text{тр}}}{N_0} \right) 1000 ;$$

$$K_{\text{сн}} = \left(\frac{N_{\text{сн}}}{N_0} \right) 1000 ,$$

где $K_{\text{ч}}$ - показатель частоты травматизма, а $K_{\text{сн}}$ - показатель травматизма со смертельным исходом, приходящиеся на 1000 работающих; $N_{\text{сн}}$ - число травм со смертельным исходом за год.

Нетрудно видеть, что при известных $K_{\text{ч}}$ и $K_{\text{сн}}$ риски получить травму $R_{\text{тр}}$ или погибнуть на производстве $R_{\text{сн}}$ будут определяться по формулам:

$$R_{\text{тр}} = K_{\text{ч}} / 1000 ;$$

$$R_{\text{сн}} = K_{\text{сн}} / 1000 ,$$

где $K_{\text{ч}}$ и $K_{\text{сн}}$ - показатели в различных отраслях экономики и по отдельным профессиям составляют:

Таблица 6.5

Отрасль, профессия	$K_{\text{ч}}$	
По всем отраслям	5,0	
Промышленность (в среднем)	5,5	
Электроэнергетика	1,7	
Электрические сети	2	
Тепловые сети	3	
Нефтепереработка	1,6	
Химическая промышленность	3,1	
Угольная промышленность	25,3	
Чёрная металлургия	3,6	
Цветная металлургия	4,5	
Приборостроение	3,1	
Автомобильная промышленность	4,6	
Лесозаготовка	21,2	
Лесопильное производство	16,7	
Пищевая промышленность	6,0	
Пивоварное производство	7,0	
Спиртовая промышленность	2,3	
Мясная и молочная промышленность	7,4	
Сельское хозяйство	8,3	
Транспорт	3,6	
Железнодорожный	1,3	
Водный	5,0	
Авиационный	2,5	
Строительство	5,3	
Коммунальное хозяйство	3,2	
Здравоохранение	2	
Водитель	-	
Электросварщик	-	
Газосварщик	-	
Грузчик	-	
Слесарь	-	
Крановщик	-	

Риск гибели людей в непроизводственных условиях R_6 , R_r можно приближённо оценивать, пользуясь данными, приведёнными ниже:

Причина	Риск гибели человека
Автокатастрофа	$2,5 \cdot 10^{-4}$
Авиакатастрофа	$1 \cdot 10^{-5}$
Электротравма	$6 \cdot 10^{-6}$
Падение человека	$1 \cdot 10^{-4}$
Падение предметов на человека	$6 \cdot 10^{-6}$
Воздействие пламени	$4 \cdot 10^{-5}$
Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$
Авария на АЭС (на границе территории АЭС)	$5 \cdot 10^{-7}$
Природные явления (молнии, ураганы и пр.)	$10^{-6} \cdot 10^{-7}$

Вычисление вероятности гибели человека в цепи несовместимых событий производится по формуле

$$R = \sum_{i=1}^n R_i$$

где R_i — вероятность индивидуального события; R — суммарный риск от n последовательных событий.

Порядок проведения работы

1. Внимательно изучите вариант задания, выданный Вам преподавателем.
2. Определите класс условий труда в соответствии с заданием заполните итоговую табл. 6.6 отчёта по оценке условий труда работника по степени вредности и опасности, тяжести и напряжённости.
3. Проведите количественную оценку ущерба здоровью при работе в неблагоприятных условиях труда (табл. 6.2 - 6.3 текста), а также жизни в городе и в быту (табл. 6.4) и заполните табл. 6.7.
4. Оцените риск получения травмы $R_{тр}$ или риск гибели на производстве R_2 , зная величины K_q и $K_{си}$ из табл. 4.5, а риск гибели в непроизводственных условиях R_6 , R_r из табл. 6.6. Результаты занесите в табл. 6.8.
5. Сделайте выводы и предложите рекомендации по увеличению СПЖ и снижению риска $R_{тр}$ и $R_{си}$.

Таблица 6.6

Фактор	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный
			3.1	3.2	3.3	3.4	
1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4	

Таблица 6.7

Класс условий труда	Расчёт СПЖ
СПЖ _{пр}	
СПЖ _r	
СПЖ ₆	
СПЖ _x	

Таблица 6.8

Показатели	Расчёт риска
$K_{\text{ч}}$	
$K_{\text{си}}$	
R_{1P}	
$R_{\text{оп}}$	
$R_{\text{б}}$	
$R_{\text{г}}$	
$R_{\text{с}}$	

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариант 1

Определите величину сокращения продолжительности жизни (СПЖ, сут) заточника в зависимости от класса условий труда в механическом цехе, условий проживания, поведения и суммарный риск гибели заточника. Работа ведётся электрокорундовыми кругами. Количество окиси кремния в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 1,5 раза. При заточке присутствует отражённая блёскость. Число оборотов шлифовального круга 6300 об/мин, что создает локальную вибрацию, превышающую допустимую на 9 дБ. Уровень шума превышает допустимый на 25 дБ. Освещённость в цехе из-за сильного загрязнения системы освещения составляет 50% от нормы. Живёт заточник около нефтебазы, ему 45 лет, трудиться начал с 15 лет, выкуривает более 20 сигарет в день в течении 30 лет. Время в пути до работы наземным городским транспортом составляет 1 час, где к тому же подвергается воздействию вибрации.

Вариант 2

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут) и величину риска гибели мастера (инженера) участка виброуплотнения и термообработки стержневых смесей литейного цеха. Вентиляция в цехе работает не эффективно. Печи электрические, работают на частоте 3,0 МГц с интенсивностью поля, превышающей нормы > 5 раз. Вибрация на рабочем месте мастера превышает допустимую на 12 дБ. Уровень шума превышает допустимый на 15 дБ. Напряжённость электрической составляющей превышает предельно допустимый уровень в 3 раза, так как печь старая и отсутствует экранирование индуктора. Интенсивность теплового потока на рабочем месте 1,05 кВт/м² (норма 0,35 кВт/м²). Запылённость алюминиевой, магниевой пылью (2 класс опасности), загазованность воздуха рабочей зоны парами аммиака, ацетона, окисью углерода (3 класс опасности) в среднем превышает ПДК в 7 раз. Мастер живёт за городом, куда добирается на электричке и автобусе в течение 1,5 часа. Дом его расположен около железнодорожного переезда и уровень инфразвука (ИЗ) от маневровых паровозов в доме в ночное время превышает ПДУ на 10 дБ. Ему 60 лет, из них 45 лет он курит и выкуривает в среднем по 12 сигарет в день.

Вариант 3

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут) оператора гибкого автоматизированного комплекса, рабочее место которого оснащено компьютером буквенно-цифрового типа, на котором он работает более 4 час за смену, и пультом управления с большим числом контрольно-измерительных шкальных приборов. Оператор постоянно, с длительностью сосредоточенного наблюдения более 45 % от времени смены, обрабатывает информацию, внося коррекцию в работу комплекса. При этом он несёт полную ответственность за функциональное качество вспомогательных работ, а также за обеспечение непрерывного производственного процесса. Обеспечение последнего зависит от оперативного принятия управленческих решений. Работа комплекса связана с

механической высокоскоростной обработкой высоколегированных сталей. Работа 2-х сменная с ночной сменой. Продолжительность смены 10 часов. Помещение комплекса с пультом управления не имеет окон, в нём предусмотрена общеобменная вытяжная вентиляция. Живёт оператор в крупном городе, домой добирается на метро за 40 мин (0,66 ч), курит по 10 сигарет в день в течение 30 лет. Определите также величину риска гибели оператора, которому 48 лет.

Вариант 4

Определите величину сокращения продолжительности жизни (сут) и величину риска гибели 50-летнего инженера, окончившего ТГТУ и поступившего работать мастером цеха завода ОАО «Пигмент» в 25 лет. Содержание в составе воздуха на предприятии токсичных веществ - стирола, фенола, формальдегида составляет 10 ПДК. Уровни шума превышают ПДУ на 25 дБ, освещённость в цехе из-за постоянного наличия тумана составляет меньше 50% от нормы; уровень статического электричества составляет <5 ПДУ. Степень ответственности за окончательный результат работы (боязнь остановки техпроцесса, возможность возникновения опасных ситуаций для жизни людей и др.) составляет класс условий труда 3.2. Из-за дефицита времени по напряжённости труда работа мастера относится к классу 3.1. Живёт инженер в районе ОАО «Пигмент».

Вариант 5

Определите величину сокращения продолжительности жизни маляра- женщины, которая окрашивает промышленные изделия с помощью краскопульта, весом 1,8 кг в течение 80 % времени смены, т.е. 23 040 с, при этом она выполняет около 30 движений с большой амплитудой в минуту. Живёт работница рядом с хлебозаводом, который работает круглосуточно. Системы вентиляции создают в ночное время уровни шума, превышающие ПДУ на 25 дБ. Добирается домой на двух видах городского транспорта в течение 1 ч 15 мин. Она курит в течение уже 20 лет, в среднем по 15 сигарет в день, ей 55 лет, рабочий стаж 35.

Лабораторная работа №7

Определение естественной освещенности

(4 ч, самостоятельная работа —2 ч)

Цель работы

Ознакомиться с общими понятиями о свете и звуке и их воздействии на организм человека, нормативными документами, приборами для проведения измерений и дать санитарно-гигиеническую оценку рабочего места.

Материалы и оборудование

Люксметр; часы (хронометр) с секундной стрелкой.

Технический прогресс, применение новейших технологий, компьютеризация приводят к увеличению числа опасных факторов, влияющих на здоровье человека. Поэтому в наше время огромное значение приобретает охрана труда. Охрана труда является социально-технической наукой, которая выявляет производственные опасности и профессиональные вредности и разрабатывает методы их предотвращения или ослабления. Главным объектом ее исследования является человек в процессе труда, производственная среда и обстановка.

Под средой мы обычно понимаем комплекс физиологических параметров, влияющих на рабочего человека. К таким параметрам можно отнести свет, шум, климатические условия (температуру, давление, влажность), электромагнитные поля.

СВЕТ — это зрительная информация об окружающем нас мире. Чтобы человек мог выполнять зрительную работу, необходимы определенные характеристики света и зрения

человека. Основными количественными показателями света являются световой поток и освещенность.

Световой поток определяют мощностью световой энергии, оцениваемой по производимому зрительному ощущению и выражению в люменах — лам. Попадая на поверхность, световой поток создает ее освещенность. За единицу освещенности принята освещенность поверхности площадью 1 м² световым потоком 1 лм. Выражается она в люксах — лк.

Под производственным освещением понимают систему устройств и мер, обеспечивающих благоприятную работу зрения человека и исключаящую вредное и опасное влияние на него в процессе труда.

Практический опыт показывает, что недостаточная освещенность может быть вредным и опасным производственным фактором. При неудовлетворительной освещенности ухудшаются условия для реализации зрительных функций и жизнедеятельности организма — появляется утомление, глазные болезни, головные боли, что может быть косвенной причиной несчастных случаев.

Поэтому можно сформулировать следующие требования к освещенности:

- освещенность на рабочих местах должна соответствовать характеру зрительной работы и нормативным значениям;
- достаточно равномерное распределение яркости на рабочем месте;
- отсутствие резких теней;
- отсутствие блескости;
- постоянство освещенности во времени;
- правильная цветопередача.

По типу освещение принято делить на естественное, искусственное и смешанное.

Естественное освещение — освещение, создаваемое дневным светом. Оно наиболее благотворно действует на человека и не требует затрат энергии. Однако это освещение перемененно в течение суток и зависит от климатических и сезонных условий.

В зависимости от направления поступления света естественное освещение может быть боковым, верхним и комбинированным.

Искусственное освещение — освещение, создаваемое электрическим источником света. Его можно включать по необходимости, регулировать интенсивность светового потока и направленность. Но искусственное освещение отличается по спектру от дневного света и требует энергетических затрат.

На практике более широко распространено *смешанное освещение*, при котором естественное освещение, недостаточное по нормам, дополняется искусственным. В зависимости от характера выполняемой зрительной работы интенсивность освещения нормируется документом «Санитарные нормы и правила — СНиП II-4-79».

Назначение люксметра

Прибор предназначен для измерения освещенности, создаваемой естественным светом и лампами накаливания, источники которого расположены произвольно относительно светоприемника люксметра и применяется для контроля освещенности в промышленности, в сельском хозяйстве, на транспорте и в других отраслях народного хозяйства, а также для исследований, проводимых в научных, конструкторских и проектных организациях.

Пределы допустимой погрешности люксметра в основном диапазоне измерений (без насадок) не должны превышать $\pm 10\%$ значения измеряемой освещенности.

Принцип действия прибора заключается в измерении электрического тока на выходе селенового фотоэлемента, возникающего в результате преобразования световой энергии в электрическую.

Шкалы прибора проградуированы в единицах освещенности — люксах. Люксметр градуируется без насадок в основном диапазоне измерений.

Подготовка прибора к работе

1. Извлеките из футляра люксметр.
2. Установите измеритель люксметра в горизонтальное положение.
3. Проверьте, находится ли стрелка прибора на нулевом делении шкалы. В случае, если стрелка отклонилась от исходного значения, установите ее с помощью корректора в нулевое.

Порядок работы

1. Определение коэффициента естественной освещенности (КЕО)

Освещение, создаваемое дневным светом, оценивается коэффициентом естественной освещенности в процентах (%), который рассчитывается по формуле:

$$\text{КЕО} = \frac{E_v}{E_n} \cdot 100\%$$

где E_v — освещенность, создаваемая дневным светом внутри помещения, лк; E_n — освещенность вне помещения, лк.

Произведите измерение освещенности на рабочем месте внутри помещения E_v .

Фотоэлемент расположите горизонтально на столе на некотором расстоянии от измерителя, чтобы тень от проводящего измерения не падала на фотоэлемент.

Поскольку измеряемая освещенность неизвестна, необходимо выбрать диапазон измерения путем подбора поглотителя и соответствующей шкалы измерения.

Произведите измерение освещенности вне помещения E_n .

Расположите прибор у окна, установите фотоэлемент параллельно поверхности пола. Снимите показания по соответствующей шкале. Рассчитайте коэффициент естественной освещенности и сделайте выводы о соответствии естественного освещения на рабочем месте согласно нормативному документу (СНиП).

Определение искусственной освещенности рабочих мест, создаваемой лампами накаливания

Затемните окна с помощью штор и включите искусственное освещение.

Произведите измерение освещенности на рабочем месте E_v факт.

Фотоэлемент прибора установите горизонтально на столе и снимите показания в люксах (лк).

Сделайте выводы на основании требований СниП.

Определение освещенности, создаваемой лампами накаливания расчетным путем

Рассчитайте искусственную освещенность рабочих мест для заданного помещения по формуле:

$$E_{v, \text{расч.}} = \frac{Nn\Phi_i uz}{Sk},$$

где N — число светильников, шт.; n — число ламп в светильнике, шт.; Φ_i — световой поток одной лампы, лм; u — коэффициент использования окраски стен и потолков в среднем принимается 0,35; z — поправочный коэффициент светильника, принимаемый 0,75; S — площадь освещаемого помещения (25 м²); k — коэффициент запаса (1,3).

По результатам расчета сделайте выводы согласно нормативным документам и дайте соответствующие рекомендации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Майстренко Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей: Учебное пособие для ВУЗов/ В.Н. Майстренко, Н.А. Ключев.- М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004.-322с. (50 экз.)

2. Садовникова Л.К. Экология и охрана окружающей среды: Учеб. пособие/Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, Лозановская И.Н. 3-е изд., перераб..- М.: Высшая шк., - 2006.-334с. (50 экз.)

3. Природопользование: Учебник для вузов / Э. А. Арустамов, А. Е. Волощенко, Г. В. Гуськов и др. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Дашков и К°, 2003. - 312 с.

4. Попечителей Е.П. Аналитические исследования в медицине, биологии и экологии : Учебное пособие для вузов / Е. П. Попечителей, О. Н. Старцева. - М.: Высшая школа, 2003. - 278 с.

5. Астафьева Л.С. Экологическая химия: Учебник для среднего профессионального образования / Л. С. Астафьева. - М.: Academia, 2006. - 222 с.

6. Карташев А.Г. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды : монография / А. Г. Карташев. - Томск: Водолей, 1999. - 193 с.

7. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учебное пособие: В 2 ч. / Ред. Ю. А. Афанасьев, Ред. С. А. Фомин. - М.: МНЭПУ, 2001.

Приложение А

Пример оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

Наименование темы работы (прописными буквами)

Лабораторная работа по дисциплине
«Мониторинг среды обитания»

Студенты гр. ____
____ Ф.И.О.
____ /Подпись/

Руководитель работы
____ /Должность/
____ Ф.И.О.
____ /Подпись/
____ /Дата/