

Владимирский государственный университет

А. В. ТОЛКОВ

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Учебно-практическое пособие
для студентов гуманитарных и юридических
направлений подготовки**

Владимир 2026

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

А. В. ТОЛКОВ

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебно-практическое пособие
для студентов гуманитарных и юридических
направлений подготовки

Электронное издание



Владимир 2026

ISBN 978-5-9984-2227-0

© ВлГУ, 2026

УДК 614.8
ББК 68.9

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
профессор кафедры материаловедения
и энергетического машиностроения

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
С. Г. Драгомиров

Начальник бюро охраны труда и окружающей среды
ООО «Орион-Р»
М. В. Тимохин

Издается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Толков, А. В. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб.-практ. пособие для студентов гуманитар. и юрид. направлений подгот. / А. В. Толков ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2026. – 92 с. – ISBN 978-5-9984-2227-0. – Электрон. дан. (2,50 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Reader ; диск-вод CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

Содержит необходимый теоретический материал для освоения обучающимися дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». К отдельным темам даны практические работы, способствующие закреплению полученных знаний.

Предназначено для студентов бакалавриата и специалитета гуманитарных и юридических направлений подготовки всех форм обучения, изучающих указанную дисциплину.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 9. Ил. 3. Библиогр.: 28 назв.

ISBN 978-5-9984-2227-0

© ВлГУ, 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Тема 1. ПРЕДМЕТ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»	5
Тема 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ФОРМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА. РАЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА.....	11
Тема 3. МИКРОКЛИМАТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ.....	14
Тема 4. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ	18
Тема 5. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ	23
Тема 6. ШУМ	26
Тема 7. ВИБРАЦИЯ	29
Тема 8. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ	32
Тема 9. ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ	37
Тема 10. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ	40
Тема 11. БЕЗОПАСНАЯ РАБОТА С КОМПЬЮТЕРОМ	43
Тема 12. ВЗРЫВОПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ.....	46
Тема 13. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ	51
Тема 14. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	53
ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕРНЫХ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	60
ПРИЛОЖЕНИЯ	64

ВВЕДЕНИЕ

Безопасность жизнедеятельности – наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека со средой обитания на всех этапах жизненного цикла.

Цель изучения дисциплины – вооружить будущих специалистов теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для создания условий деятельности, отвечающих современным требованиям по экологии и безопасности.

Содержание курса – теоретические основы безопасности жизнедеятельности.

Темы, представленные в пособии, базируются на знаниях, полученных студентами при изучении социальных, общенаучных, общепрофессиональных дисциплин, и призваны обеспечить обучение бакалавра, способного самостоятельно решать вопросы безопасности жизнедеятельности при выполнении своих профессиональных функций.

Жизнедеятельность человека во многом неразрывно связана с окружающей средой. На протяжении всей жизни человек постоянно испытывает воздействие самых разнообразных факторов окружающей среды, которая меняется с колоссальной скоростью и определяет наше благополучие и здоровье. Среда обитания, в свою очередь, испытывает жесткие воздействия со стороны человека. С развитием технологий эти воздействия только усиливаются благодаря интенсивному росту промышленного производства, транспортных артерий, появлению мегаполисов и т. д. В настоящее время «Безопасность жизнедеятельности» – одна из наиболее динамично развивающихся наук.

Тема 1. ПРЕДМЕТ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Безопасность жизнедеятельности (БЖ) – наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека со средой обитания на всех этапах жизненного цикла.

БЖ состоит из следующих разделов:

1. Охрана труда, которая включает технику безопасности (ТБ) и производственную санитарию (ПС). ТБ – система мероприятий, средств для защиты человека от опасных факторов. ПС – система мероприятий, средств для защиты человека от вредных факторов.
2. Промышленная экология.
3. Действия населения в чрезвычайных ситуациях.

В основе БЖ лежит **аксиома потенциальной опасности**: *потенциальная опасность является универсальным свойством процесса взаимодействия человека со средой обитания на всех этапах жизненного цикла.*

Два вывода из аксиомы:

- невозможно создать абсолютно безопасную технику;
- ни один вид деятельности не обеспечивает абсолютную безопасность.

Все факторы подразделяются ГОСТ 12.0.003-2015 [1] на четыре группы:

1. Опасные и вредные физические факторы;
2. Опасные и вредные химические факторы;
3. Опасные и вредные биологические факторы;
4. Опасные и вредные социальные (психофизиологические) факторы.

Опасный фактор – фактор, воздействие которого приводит к травме или летальному исходу.

Вредный фактор – фактор, воздействие которого приводит к заболеванию.

Примеры факторов

I. Опасные физические факторы – различные движущиеся механизмы, машины, острые заготовки и заусенцы, высокое напряжение.

Вредные физические факторы – высокий уровень шума, вибрации; различные излучения (α , β , γ), большие температуры, давление, недостаточное освещение.

II. Опасные химические факторы – ожоги кислотами и щелочами.

Вредные химические факторы – предельно допустимые концентрации химических веществ в воздухе.

III. Опасные биологические факторы – травмы от животных, укусы и т. д.

Вредные биологические факторы – вирусы и бактерии в рабочей среде (воздушной зоне), которые приводят к различным заболеваниям.

IV. Опасные социальные факторы – динамические и статические перегрузки.

Вредные социальные факторы – умственное и психическое перенапряжение.

Правовыми основами БЖ служат законодательные (Конституция РФ и законы) и подзаконные акты. Подзаконные акты – указы президента, постановления правительства и других директивных органов (министерств и местных исполнительных властей).

Основные законы в области охраны труда, кроме Конституции Российской Федерации:

1. Взаимоотношения между работником и работодателем регулируются Трудовым кодексом Российской Федерации [2], в котором устанавливаются основные правовые гарантии охраны труда.

Контроль за соблюдением охраны труда на предприятиях любой формы собственности осуществляется Российской трудовой инспекцией.

2. Уголовный кодекс Российской Федерации [3].

Статья 143 УК РФ. Нарушение требований охраны труда

1. Нарушение требований охраны труда, совершенное лицом, на которое возложены обязанности по их соблюдению, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью человека, наказывается штрафом в размере до четырехсот тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период

до восемнадцати месяцев, либо обязательными работами на срок от ста восьмидесяти до двухсот сорока часов, либо исправительными работами на срок до двух лет, либо принудительными работами на срок до одного года, либо лишением свободы на тот же срок с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до одного года или без такового.

2. Деяние, предусмотренное частью первой настоящей статьи, повлекшее по неосторожности смерть человека, наказывается принудительными работами на срок до четырех лет либо лишением свободы на тот же срок с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

3. Деяние, предусмотренное частью первой настоящей статьи, повлекшее по неосторожности смерть двух или более лиц, наказывается принудительными работами на срок до пяти лет либо лишением свободы на тот же срок с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

Статья 216 УК РФ. Нарушение правил безопасности при ведении строительных или иных работ

1. Нарушение правил безопасности при ведении строительных или иных работ, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью человека либо крупного ущерба, наказывается штрафом в размере до восьмидесяти тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до шести месяцев, либо ограничением свободы на срок до трех лет, либо принудительными работами на срок до трех лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового, либо лишением свободы на тот же срок с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

2. То же деяние, повлекшее по неосторожности смерть человека, наказывается принудительными работами на срок до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового либо

лишением свободы на срок до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

3. Деяние, предусмотренное частью первой настоящей статьи, повлекшее по неосторожности смерть двух или более лиц, наказывается принудительными работами на срок до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового либо лишением свободы на срок до семи лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

Статья 219 УК РФ. Нарушение требований пожарной безопасности

1. Нарушение требований пожарной безопасности, совершенное лицом, на котором лежала обязанность по их соблюдению, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью человека, наказывается штрафом в размере до восьмидесяти тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до шести месяцев, либо ограничением свободы на срок до трех лет, либо принудительными работами на срок до трех лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового, либо лишением свободы на срок до трех лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

2. То же деяние, повлекшее по неосторожности смерть человека, наказывается принудительными работами на срок до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового либо лишением свободы на срок до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

3. Деяние, предусмотренное частью первой настоящей статьи, повлекшее по неосторожности смерть двух или более лиц, наказывается принудительными работами на срок до пяти лет с лишением права

занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового либо лишением свободы на срок до семи лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

4. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 07.07.2025) «О пожарной безопасности» [4].

5. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [5].

6. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [6].

Подзаконный акт:

Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 30.09.2025) «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [7].

Нормативные основы безопасности жизнедеятельности

В области БЖ существует система стандартов безопасности труда:

1. ГОСТы. В качестве примера расшифруем обозначения ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ (система стандартов безопасности труда).

ГОСТ – категория стандартов;

12 – номер системы стандартов по охране труда, 17 – номер системы стандартов по охране природы, 22 – номер системы стандартов по безопасности в чрезвычайных ситуациях;

1 – номер группы (подсистема стандартов);

003 – порядковый номер;

2014 – год принятия стандарта.

2. Отраслевые стандарты (ОСТ ССБТ).

3. Санитарные правила (СП).

4. Санитарные нормы (СН). Но чаще встречаются санитарные правила и нормы (СанПиН).

5. Строительные нормы и правила (СНиП).

6. Правила пожарной безопасности (ППБ).

7. Правила по охране труда на предприятиях (ПОТ).

8. Стандарты предприятия (СТП).

Контрольные вопросы

1. Дайте определение науки «Безопасность жизнедеятельности».
2. Из каких разделов состоит «Безопасность жизнедеятельности»?
3. Из каких разделов состоит «Охрана труда»?
4. Что такое техника безопасности?
5. Что такое производственная санитария?
6. Что изучает промышленная экология?
7. Какая аксиома лежит в основе безопасности жизнедеятельности? Какие выводы следуют из аксиомы?
8. Какой нормативный документ классифицирует группы факторов?
9. Какие бывают группы факторов?
10. Что такое опасный фактор?
11. Что такое вредный фактор?
12. Приведите примеры опасных физических факторов.
13. Приведите примеры вредных физических факторов.
14. Приведите примеры опасных химических факторов.
15. Приведите примеры вредных химических факторов.
16. Приведите примеры опасных биологических факторов.
17. Приведите примеры вредных биологических факторов.
18. Какой кодекс регламентирует взаимоотношения между работником и работодателем?
19. Какой кодекс регламентирует ответственность работодателя?
20. Назовите три основные статьи Уголовного кодекса, которые применимы к любой сфере деятельности работника.
21. Перечислите виды нормативных документов в области безопасности жизнедеятельности.

Тема 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ФОРМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА. РАЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА

Выделяют следующие виды человеческой деятельности: физический труд, механизированный физический труд, умственный труд.

1. Физический труд связан с работой мышц. Во время общей физической нагрузки задействовано $2/3$ мышц тела, при локальной физической нагрузки $1/3$ мышц тела, во время промежуточной (региональной) физической нагрузки задействуются от $1/3$ до $2/3$ мышц тела.

Количественной оценкой физического труда является тяжесть работы. Она выражается в энергозатратах на эту работу (Вт/ч).

Тяжесть работы имеет три категории:

1. Легкая работа: а) до 139 Вт (работа сидя с небольшими физическими усилиями); б) 140 – 174 Вт (работа сидя-стоя или ходьба с некоторыми физическими усилиями).

2. Работа средней тяжести: а) 175 – 232 Вт (постоянная ходьба с перемещением груза до 1 кг); б) 233 – 290 Вт (ходьба и перемещение грузов до 10 кг с умеренным физическим напряжением).

3. Тяжелая работа – постоянное перемещение грузов более 10 кг (более 290 Вт).

2. Механизированный физический труд – труд операторов, частично выполняющих умственный и физический труд.

3. Умственный труд – количественной характеристикой умственного труда считается напряженность трудового процесса (процесс творчества, учебы, науки, преподавания, управления).

Тяжесть и напряженность деятельности человека регламентируются следующим документом: Р 2.2.2006-05.2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [8].

В соответствии с этим документом выделяют три класса условий труда:

1. Оптимальный – не наносит вред человеческому здоровью.
2. Допустимый – наносит здоровью вред средней тяжести.
3. Вредный – для физического труда – тяжелый; для умственного – напряженный. Может вызвать профзаболевания, по которым начисляют доплату или пенсию.

Любой трудовой процесс должен быть рационально организован.
Работоспособность человека – функциональная возможность выполнять работу в единицу времени.

Работоспособность человека в течение суток представлена графиком на рис. 1 и 2).

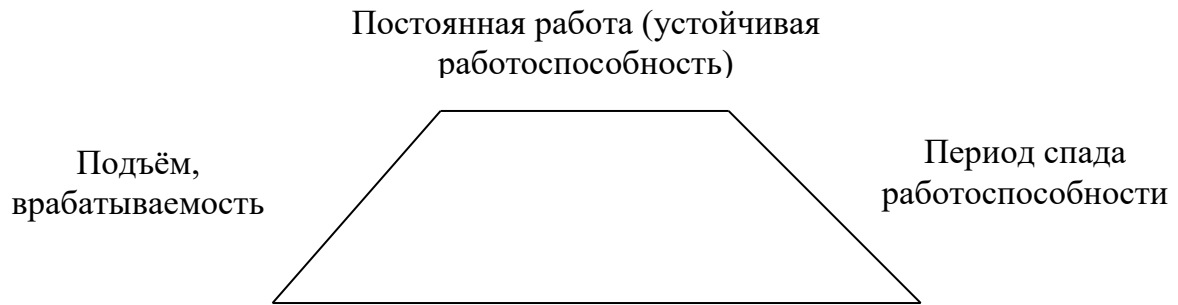


Рис. 1. График работоспособности человека (укрупненно)

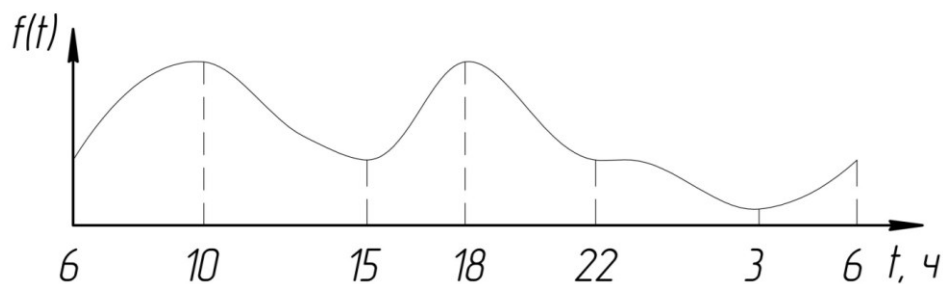


Рис. 2. График работоспособности человека в течение суток

Для рациональной организации труда необходимы:

1. Рациональная рабочая поза – когда нет необходимости наклоняться вперед до 15° .
2. Оптимальный темп и ритм труда.
3. Снижение монотонности труда.
4. Снижение психоэмоционального напряжения.

Оптимальный темп труда – $1/5$ от максимально возможной скорости.

Ритм труда – чередование работы и паузы, работа должна чередоваться с отдыхом без усилий и перенапряжений.

Монотонность труда – это простые однообразные движения в течение длительного времени. Необходимо, чтобы в одной операции, которая должна длиться менее 30 с, было не более шести разнообразных движений.

Для снижения психоэмоционального напряжения служат живые уголки с мягкой мебелью и подобранная цветовая гамма оформления помещения: красный – запрещающий; желтый – предупреждающий; синий – информационный.

Контрольные вопросы

1. Какие выделяют виды человеческой деятельности?
2. Что такое физический труд?
3. Что является количественной оценкой физического труда?
4. Сколько категорий имеет тяжесть работы?
5. Что такое механизированный физический труд?
6. Что такое умственный труд?
7. Что является количественной характеристикой умственного труда?
8. Каким нормативным документом регламентируются тяжесть и напряженность трудового процесса?
9. Сколько выделяют классов условий труда? Перечислите их.
10. Дайте определение оптимальному классу условий труда.
11. Дайте определение допустимому классу условий труда.
12. Как определяется вредный класс условий труда?
13. Что такое работоспособность человека и как она изменяется в течение суток?
14. Какие условия необходимы для рациональной организации труда?
15. Что такое темп работы?
16. Что такое ритм работы?
17. Что такое монотонность труда и чем она опасна?

Тема 3. МИКРОКЛИМАТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Микроклимат производственного помещения регламентирован Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 (ред. 17.03.2025) «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21. «Санитарные правила и нормы...» [9]. По этому документу год делится на два периода:

1. Холодный период года, если среднесуточная температура меньше либо равна 10 °С.
2. Теплый период года, если среднесуточная температура больше 10 °С.

Интегральный показатель тепловой нагрузки среды (ТНС) – суммарное действие на организм человека параметров микроклимата, выраженное одним числом в градусах Цельсия.

Обозначения параметров микроклимата: *W* – подвижность воздуха; *B* – давление (барометрическое); *G* – влажность; *T* – температура нагретых поверхностей и интенсивность теплового облучения человека.

Значения параметров микроклимата делятся на оптимальные и допустимые.

Оптимальные значения – тепловой комфорт в течение восьми часов рабочей смены.

Допустимые значения могут вызывать тепловой дискомфорт, напряжение системы терморегуляции организма, ухудшение самочувствия и снижение работоспособности, но не вызывают повреждения или нарушения здоровья человека (вводятся там, где невозможно создать оптимальные условия).

Терморегуляция – процесс регулирования теплообразования и теплоотдачи для поддержания постоянной температуры тела. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (ред. от 20.06.2000) [10] кроме параметров микроклимата регламентирует содержание вредных веществ в производственном помещении (рабочей зоне).

Параметры микроклимата

1. **Температура** зависит:

- а) от солнечной радиации: 700 – 850 Вт/м²;

б) нагретых поверхностей: инфракрасное коротковолновое излучение проникает в ткани и нагревает внутренние органы; ультрафиолетовое излучение вызывает поверхностные ожоги кожи и сетчатки глаза; излучение видимого спектра.

Повышение температуры среды вызывает расширение сосудов, повышение кровотока и потоотделение, снижение содержания солей в организме, обезвоживание, сгущение крови и как результат – нарушение сердечно-сосудистой деятельности и перегрев.

Для защиты от перегрева применяют костюмы с терморегуляцией, вентиляторы, кондиционеры, солевое питье.

Снижение температуры среды вызывает сужение сосудов, уменьшение кровотока, повышение скорости обменных процессов, усиленную работу щитовидной железы, надпочечников, появление дрожания.

Гипотермия – общее охлаждение организма: слабость, сонливость, повышенная проницаемость стенок сосудов, понижение температуры тела, летальный исход. Защита от гипотермии – теплая спецодежда, технологические перерывы для обогрева.

2. Влажность. При большой влажности ухудшается потоотделение и повышается температура тела. При малой влажности большие температуры переносятся легче. Защитой от малой влажности считается установка ванн с водой под батареей.

3. Давление. При повышении давления кровь усиленно обогащается кислородом и азотом. При снижении давления в легких образуются пузырьки азота, которые могут вызвать кессонную болезнь: головокружение, рвоту и т. д. Повышение давления усиливает поступление ядов в организм, снижение давления изменяет состояние нервной системы (слабость, сильнее действуют яды).

Защитой могут служить специальные устройства для поддержания нормального давления, витамины и тренировка организма.

4. Подвижность воздуха. Нормальная подвижность воздуха составляет 0,1 – 0,5 м/с; в холодный период года – 0,1 – 0,4 м/с; в теплый период – 0,2 – 0,5 м/с.

Повышенная и пониженная температура усиливает действие токсических ядов на организм (при повышении температуры учащается дыхание, следовательно, больше вредных веществ попадает в кровь; при снижении температуры усиливается кровоток и, следовательно,

происходит интенсивное всасывание вредных веществ). При повышении влажности действие раздражающих газов увеличивается.

Эффективными способами поддержания микроклимата рабочего помещения следует назвать вентиляцию и отопление.

Вентиляция бывает естественная – за счет естественных проемов (окон) (аэрация – вентиляция за счет разности температур), искусственная: механическая (приточная, вытяжная, приточно-вытяжная) и комбинированная (естественная и искусственная) вентиляция.

Недостаток аэрации заключается в следующем: если выделяются вредные газы, они поступают в атмосферу. Схема аэрации представлена на рис. 3.

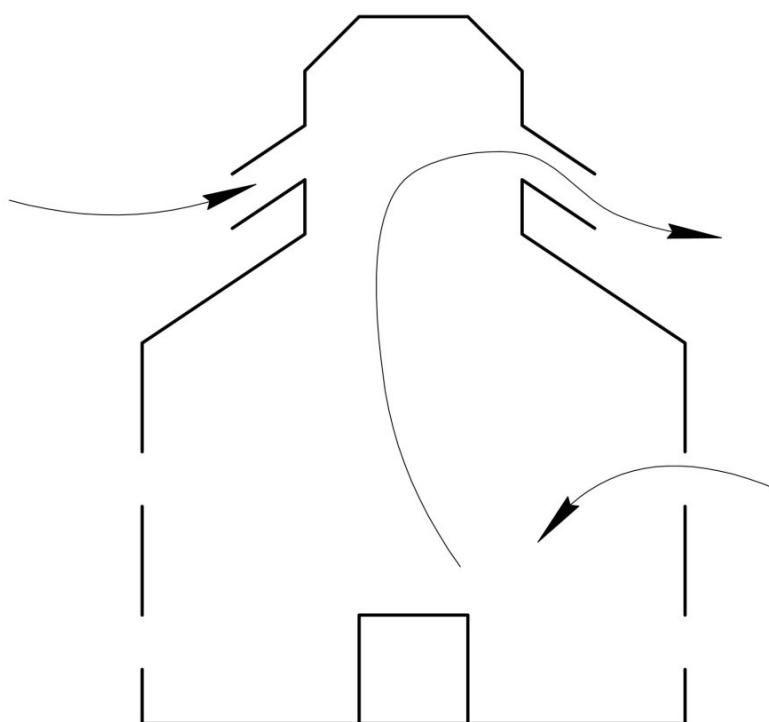


Рис. 3. Схема аэрации через светоаэрационный фонарь

Ионизация воздуха – естественный процесс превращения нейтральных молекул воздуха в заряженные частицы.

Ионизация бывает:

- естественной (снаружи) – ионизация под воздействием солнечной радиации;
- технологической – ионизация, возникающая под воздействием ионизирующего излучения;
- искусственной – ионизация, которая происходит с помощью специальных приборов – ионизаторов воздуха.

Ион характеризуется знаком (плюс или минус) и подвижностью. Если подвижность больше либо равна единице – это легкие ионы (полезные), если подвижность менее единицы – это сверхтяжелые ионы.

Контрольные вопросы

1. Каким нормативным документом регламентируется микроклимат производственного помещения?
2. Какие периоды года выделяют? Охарактеризуйте их.
3. Что такое интегральный показатель тепловой нагрузки среды?
4. Перечислите параметры микроклимата.
5. Дайте определение оптимальным параметрам микроклимата.
6. Дайте определение допустимым параметрам микроклимата.
7. Что такое терморегуляция?
8. Какой нормативный документ регламентирует содержание вредных веществ в воздухе производственного помещения?
9. Что такое гипотермия?
10. Какие виды вентиляции вы можете перечислить?
11. Перечислите виды искусственной вентиляции. Для чего они используются?
12. Что такое аэрация и с помощью чего она осуществляется?
13. Что такое аэрационный фонарь?
14. Дайте определение понятию «ионизация воздуха».
15. Какие виды ионизации воздуха вам известны?

Тема 4. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Производственное освещение влияет на психофизиологическое здоровье, зрение, работоспособность, травмоопасность.

Свет – видимая часть спектра (длина волны $\lambda = 0,38 - 0,76$ мкм).

Светотехнические параметры:

1. Количественные:

а) Световой поток Φ характеризует мощность излучения, лм (люмен).

б) Сила света I – пространственная плотность светового потока, кд (кандела): $I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$, где Ω – телесный (пространственный) угол.

в) Освещенность E , лк (люкс) – поверхностная плотность светового потока Φ : $E = \frac{d\Phi}{dS}$, где S – площадь поверхности.

г) Яркость B , кд/м², – отношение I к S , на которую падает световой поток, $B = \frac{dI}{dS \cdot \cos\alpha}$, где α – угол между направлением Φ и нормалью к поверхности.

2. Качественные:

а) Фон – поверхность, на которой происходит различение объекта. Фон характеризуется коэффициентом отражения $\rho_{\phi} = \frac{\Phi_{\text{отраженный}}}{\Phi_{\text{падающий}}} = 0,9 \dots 0,02$. Фон называется светлым, если $\rho_{\phi} > 0,4$; тёмным, если $\rho_{\phi} < 0,2$; средним, если $0,2 \leq \rho_{\phi} \leq 0,4$.

б) Контраст (объекта с фоном) – характеризует степень различения объекта на фоне $K = \frac{|B_{\text{фона}} - B_{\text{объекта}}|}{B_{\text{фона}}} = \frac{|\rho_{\text{объекта}} - \rho_{\text{фона}}|}{\rho_{\text{фона}}}$. Контраст называется большим, когда $K > 0,5$; малым, когда $K < 0,2$; средним, когда $0,2 \leq K \leq 0,5$.

в) Коэффициент пульсации освещенности

$$K_{\text{п}} = \frac{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}}{2E_{\text{средняя}}}$$

г) Показатель ослепленности (блэсткости): $P_0 = 1000 \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right)$, где V_1 – видимость экранированного объекта; V_2 – видимость объекта без экрана. Видимость объектов определяется по формуле $V = \frac{K}{K_0}$, где K – действующий контраст; K_0 – пороговый контраст (минимальный контраст, который может различать глаз).

Виды производственного освещения представлены в табл. 1.

Таблица 1. Виды производственного освещения

Естественное	Боковое	Одностороннее Двухстороннее	Естественное комбинированное	Совме- щенное
	Верхнее			
Искусственное	Общее	Равномерное Локализованное	Искусственное комбинированное	
	Местное			

Виды освещения по функциональному назначению:

1. Рабочее (см. табл. 1).
2. Аварийное (20 % от нормируемого, но не менее 2 лк).
3. Эвакуационное (для помещений, где находится более 50 человек; не менее 0,5 лк).
4. Охранное – для обозначения границ территории или опасных участков.
5. Бактерицидное (ультрафиолет).
6. Эрitemное – освещение, где есть недостаток солнечного света (шахты).

Источники освещения: лампы накаливания (ЛН) (дают жёлто-красный цвет) и газоразрядные лампы (ГЛ), основанные на явлении люминесценции (дают разный цвет).

Лампы накаливания

Достоинства:

1. Нечувствительны к перепадам параметров микроклимата.
2. Низкий коэффициент пульсации.
3. Не требуют дополнительной аппаратуры для включения (у люминесцентных ламп – пускатель).

Недостатки:

1. Низкий КПД: 20 – 40 лм/Вт светового потока Ф.
2. Обеспечивают красно-жёлтый спектр излучения (неестественное излучение).
3. Малый срок службы – 2500 ч наработки.

Галогенные лампы накаливания характеризуются тем, что в колбу добавляют пары йода, это повышает КПД и срок службы (3 – 3,5 тыс. ч), светоотдачу, и видимый спектр смещается к естественному.

Газоразрядные лампы (люминесцентные)

Достоинства:

1. Большой КПД (в пять раз больше, чем у ламп накаливания).
2. Больше срок службы (до 12 тыс. ч, т. е. в пять раз больше, чем у ламп накаливания).
3. Спектр близок к естественному – снижается нагрузка на зрение.

Недостатки:

1. Большой коэффициент пульсации, K_p .
2. Сравнительно длительный период разгорания, требующий специальных устройств.
3. Чувствительность к параметрам микроклимата.
4. Помехи для радиоаппаратуры.
5. Проблема утилизации – содержат пары ртути.

Люминесцентные лампы бывают двух типов:

Лампы низкого давления: ЛБелого, ЛДневного, ЛХБ, ЛТБ (содержание ртути 60 – 120 мг), ДРЛ – дневные ртутные (> 120 мг ртути).

Лампы высокого давления: ДКсТ – дуговые ксеноновые трубчатые, ДН_аТ – дуговые натриевые трубчатые.

Основной документ, который нормирует освещённость, СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 (ред. от 28.12.2021) [11]. По нему все работы делятся на восемь разрядов в зависимости от уровня сложности работ.

По этому документу нормируются освещённость, показатель ослеплённости и коэффициент пульсации.

Электрический светильник – совокупность источника света и осветительной арматуры для распределения светового потока в пространстве и предотвращения слепящего действия источника. Предотвращение слепящего действия обеспечивается защитным углом светильника. Светильники бывают влагозащитные и взрывобезопасные.

Светодиодные лампы

Достоинства:

1. Большой КПД.
2. Большой срок службы.
3. Не чувствительны к перепадам параметров микроклимата.
4. Имеют низкий коэффициент пульсации.

5. Не требуют дополнительной аппаратуры для включения.

6. Не требуют специальной утилизации.

Недостаток:

Срок службы лампы зависит от качества ее изготовления.

Расчёт естественного освещения ведётся для определения нормативного коэффициента естественного освещения: $КЕО = \frac{E_{внутренняя}}{E_{наружная}}$.

Расчёт сводится к определению площади световых проёмов (окон) графоаналитическим методом Данилюка для выполнения данного подразряда работы.

На планы помещения накладываются графики Данилюка и анализируют, сколько лучей проходит через проёмы. Далее определяют, достаточно этих проёмов или нет.

Расчёт искусственного освещения ведётся двумя методами:

1. Методом коэффициента использования светового потока Φ – применяется для расчета общего равномерного освещения (прил. 1 и 2).

$$\Phi = \frac{ESK_3Z}{N\eta\gamma},$$

где E – нормированная освещенность; S – площадь освещаемого помещения; Z – коэффициент неравномерности освещения; K_3 – коэффициент запаса; N – число рядов светильников в помещении; η – коэффициент использования светового потока ламп; γ – коэффициент затенения.

2. Точечным методом – применяется для расчёта локализованного общего и местного освещения (прил. 1 и 3).

Для расчёта по точечному методу используется зависимость между освещённостью и силой света в некоторой точке A : $E_A = \frac{I_A \cos \alpha}{r^2}$, где I_A – сила света в направлении от источника к расчётной точке; α – угол между направлением Φ и нормалью к поверхности; r – расстояние от источника света до точки A . Расчетное значение E_A сравнивается с нормативным.

Контрольные вопросы

1. Что обеспечивает правильно организованное освещение производственных помещений?

2. Сколько процентов получаемой человеком информации приходится на органы зрения?

3. Какими показателями характеризуется освещение?

4. Какие показатели освещения относятся к количественным?
5. Какие показатели освещения относятся к качественным?
6. Раскройте понятие «световой поток». В каких единицах он измеряется?
7. Что представляет собой сила света и в каких единицах она измеряется?
8. Охарактеризуйте понятие «освещенность». В каких единицах она измеряется?
9. Дайте определение яркости. В каких единицах она измеряется?
10. Раскройте понятие «фон». Какими параметрами он характеризуется?
11. Что представляет собой коэффициент отражения?
12. Охарактеризуйте понятие контраста объекта с фоном.
13. Как определяется коэффициент пульсации освещенности?
14. Какие виды производственного освещения существуют?
15. Чем создается естественное освещение?
16. Чем создается искусственное освещение?
17. Из чего состоит совмещенное освещение?
18. Какие бывают виды естественного освещения?
19. Какие бывают виды искусственного освещения?
20. Какими параметрами характеризуются источники искусственного освещения?
21. Из чего состоит электрический светильник?
22. В каких случаях применяют метод коэффициента использования светового потока?
23. В каких случаях применяют точечный метод расчета освещения?
24. Каким нормативным документом регламентируется освещение?
25. Какие виды ламп существуют?
26. Как определяется КЕО?

Тема 5. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Основные нормативные документы:

1. ГОСТ 12.1.019-2017. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [12].
2. ГОСТ Р 12.1.038-2024. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [13].
3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ): 6-е изд. (ред. от 20.06.2003) [14].

Виды воздействия электрического тока на организм человека:

1. Термическое – ожоги частей тела и нагрев тканей и органов по пути прохождения тока. Ожоги бывают трёх степеней: 1 – покраснение кожи, 2 – волдыри, 3 – поверхностное обугливание или повреждение внутренних тканей.
2. Электролитическое – разложение органической жидкости при прохождении тока (меняется состав крови).
3. Механическое – в результате электродинамического эффекта происходит разрыв и расслоение тканей из-за образовавшегося внутри тела пара.
4. Биологическое – возбуждение (внутреннее раздражение) тканей организма.

Электрические травмы, полученные из-за воздействия электрического тока на организм, делятся на общие – электрический удар, в результате которого возникают судороги, аритмия сердца, и местные – механические повреждения: ожоги, металлизация кожи и электрофтальмия (поражение глаз).

Степень воздействия тока на организм человека зависит:

1. От значения силы тока.
2. Вида тока (постоянный или переменный).
3. Времени воздействия.
4. Пути прохождения тока.
5. Состояния человека (если у человека сухая кожа без ран, то ее сопротивление 1 000 – 1 200 Ом).

Время воздействия и допустимая сила тока представлены в табл. 2.

Таблица 2. Время воздействия и допустимая сила тока

Время воздействия, с	0,2	0,5	1	> 30
Допустимая сила тока, мА	250	100	6	1

Неотпускающая сила допустимого тока при 50 Гц равна 30 мА.

Характер воздействия тока на человека по пути рука – рука для постоянного и переменного напряжений представлен в табл. 3.

Таблица 3. Характер воздействия тока на человека по пути рука – рука для постоянного и переменного напряжения величиной 220 В

Сила тока, мА	Переменный ток 50 Гц	Постоянный ток
0,6 - 1,5	Пороговый осязаемый	Нет
2 – 2,5	Начало болевых ощущений	Нет
5 - 7	Судороги в руках	Нагрев (теплота)
20 - 25	Сильные судороги, неотпускающая сила тока, затруднение дыхания	Начало судорог
50 - 80	Паралич (остановка) дыхания	Сильные судороги и затруднение дыхания
90 - 100	Аритмия сердца	При длительном протекании паралич дыхания
300	Мгновенная остановка сердца и дыхания	Через 2 – 3 с возникает остановка сердца и дыхания

Виды промышленных установок. Промышленные электроустановки бывают до 1000 и более 1000 В.

По ПУЭ все помещения делятся на категории:

1. Помещение с повышенной опасностью (75%-ная влажность, температура выше 35 °С, токопроводящая пыль в воздухе и токопроводящие полы).

2. Особо опасные (100%-ная влажность и присутствие химически активной среды, которая разъедает изоляцию проводов).

3. Без повышенной опасности.

Электрические сети в основном делятся на трех- и однофазные.

1. Трехфазные – с изолированной и заземлённой нейтралью.

2. Однофазные – с заземлённым полюсом и изолированной средней точкой.

Меры защиты

1. Защитное заземление – применяют в трехфазных цепях с напряжением до и более 1000 В с изолированной нейтралью. Защитное заземление – преднамеренное соединение с землёй металлических нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением.

2. Защитное зануление – преднамеренное электрическое соединение металлических нетоковедущих частей электрических установок с неоднократно заземлённым защитным «нулевым» проводником. В этом случае замыкание на корпус превращается в однофазное короткое замыкание между фазным проводом и нулевым проводником.

3. Защитное отключение – применяется в дополнение к заземлению или занулению.

4. Электрическое разделение цепей – гальваническая развязка с помощью разделительных трансформаторов с коэффициентом трансформации, равным единице.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные нормативные документы в области электробезопасности.

2. Какие виды воздействия электрического тока на организм человека вам известны?

3. Какие виды электрических травм вы можете перечислить?

4. От каких факторов зависит степень воздействия тока на организм человека?

5. Что такое неотпускающая сила допустимого тока?

6. Какие выделяют две группы промышленных установок по напряжению?

7. Какие категории помещений выделяют по электробезопасности?

8. Назовите виды электрических сетей по количеству фаз.

9. Как можно объяснить защитное заземление?

10. В чем заключается защитное зануление?

11. В чем особенность защитного отключения?

12. В чем заключается электрическое разделение цепей?

Тема 6. ШУМ

Нормативный документ: ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности [15].

Звук – акустические колебания в различных средах с частотой от 16 до 20000 Гц.

Шум – совокупность звуков с различными частотами и фазами, беспорядочно изменяющихся во времени и вызывающих неприятные ощущения.

Основные характеристики звукового поля:

1. Звуковое давление, p , МПа;
2. Звуковая мощность, P , Вт;
3. Интенсивность звука $I = P/S$, Вт/м²;
4. Акустическое сопротивление среды $АСС = \rho c$, м/с, кг/м³, где ρ – плотность среды; c – скорость распространения волн в этой среде.

Тогда интенсивность звука можно записать ещё и в другом виде:

$$I = \frac{P}{S} = \frac{p^2}{\rho c}$$

Чтобы учесть логарифмическую зависимость между интенсивностью звука и слуховым восприятием человека, а также для упрощения операций с большими числами, на практике пользуются логарифмическими уровнями звукового давления и интенсивности:

$L_p = 20 \lg \left(\frac{p}{p_0} \right)$, где L_p – логарифмический уровень звукового давления; $p = 2 \cdot 10^{-5}$ Па – пороговое значение звукового давления.

$L_I = 20 \lg \left(\frac{I}{I_0} \right)$, где $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м² – пороговое значение интенсивности звука.

$L_I = L_p + 10 \lg \left(\frac{\rho_0 c_0}{\rho c} \right)$, где ρ_0 и c_0 – плотность и скорость звуков волны при нормальных атмосферных условиях соответственно.

Длительное воздействие шума больше 75 дБ может привести к тугоухости – уменьшению чувствительности уха. При действии высокочастотного шума (ультразвука) у работников появляются головные боли, повышается утомляемость, возникают нарушения сна, снижение памяти и изменение кислотности желудка и другие расстройства.

В практике шум нормируется в октавных диапазонах частот f . Для каждой октавы определяется среднегеометрическая частота

$f = \sqrt{f_{\max} f_{\min}}$. Среднегеометрические частоты нормируются в диапазонах 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Ухо менее чувствительно к низким и более чувствительно к высоким частотам.

Если логарифмический уровень звукового давления находится в области частот до 300 Гц – это низкочастотный шум, если уровень звукового давления находится в области частот выше 800 Гц – это высокочастотный шум.

Шум классифицируется по спектральным и временным характеристикам.

По спектральным характеристикам шум бывает:

- широкополосным – шум, который по ширине больше, чем октава;
- тональным – шум имеет выраженные тона.

Для оценки и сравнения шумов, изменяющихся во времени, применяют уровни звука – суммарное значение логарифмического уровня звукового давления во всем диапазоне.

По временным характеристикам выделяют шумы:

- постоянные – изменение по соседним октавам ± 5 дБ;
- колеблющиеся – изменение больше ± 5 дБ и непрерывно изменяются во времени;
- прерывистые – шум ступеньками более одной секунды;
- импульсные – один или несколько звуковых сигналов менее одной секунды.

Меры борьбы с шумом

1. Снижение шума в источнике.
2. Изменение направленности шума.
3. Рациональная планировка предприятия (цеха): наиболее шумные цеха (агрегаты) располагают в одном или двух местах для их удаления от мест, где требуется тишина.
4. Акустическая обработка помещения – применение звукопоглощающих облицовок и штучных поглотителей, т. е. материалов, у которых коэффициент звукопоглощения более 0,2.

$$\text{Коэффициент звукопоглощения } k = \frac{\text{Энергия падающая}}{\text{Энергия отражённая}}$$

5. Снижение шума на пути его распространения (прил. 4 и 5) – использование звукоизоляции (материал с большой плотностью): перегородки, кожухи, экраны (бетон, кирпич, дерево). При распространении

шума по воздуховодам и каналам используются глушители. Средства индивидуальной защиты: вкладыши в уши (снижают шум на 5 – 20 дБ), наушники (снижают шум на 45 дБ), шлемы (снижают шум на 50 дБ).

Ультразвук – частота более 4000 Гц. Он вызывает изменение состава крови (сердечно-сосудистая система), нарушение нервной системы (особенно при непосредственном контакте).

При $f = 20$ кГц логарифмический уровень звукового давления должен быть менее 120 дБ, при $f = 25$ кГц – менее 105 дБ, при $f = 100$ кГц – менее 110 дБ.

Инфразвук – частота менее 1000 Гц. Он способен распространяться на большие расстояния. Вызывает головные боли, осязание движения большой перепонки, чувство движения (вибрации) внутренних органов. Действует на эмоциональное состояние.

При $f < 16$ Гц логарифмический уровень звукового давления должен быть менее 105 дБ.

Контрольные вопросы

1. Что такое звуковое давление и в каких единицах оно измеряется?
2. Что такое звуковая мощность и в каких единицах она измеряется?
3. Охарактеризуйте интенсивность акустического поля. В каких единицах она измеряется?
4. Что такое уровень шума и в каких единицах он измеряется?
5. Какие методы защиты от шума применяют на производстве?
6. Что такое коэффициент звукопоглощения?
7. За счет каких мероприятий осуществляется снижение шумового фона транспортных потоков в жилой застройке городов?
8. Что является источниками внешнего звука в городах?
9. Какие октавные полосы частот шума используют в расчетах?
10. Каким нормативным документом регламентируется шум?
11. Перечислите классификации шумов.

Тема 7. ВИБРАЦИЯ

ГОСТ 12.1.012-2004. Вибрационная безопасность. Общие требования [16] – основной нормативный документ, регламентирующий вибрационную опасность.

Вибрация – упругие колебания твёрдых тел, жидкости и газа.

Основные параметры вибрации:

Амплитудные значения смещения X_{max} , скорости V_{max} , ускорения a_{max} . На практике пользуются логарифмическими уровнями: $L_X = 20 \lg \frac{X}{X_0}$, $L_V = 20 \lg \frac{V}{V_0}$, $L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0}$, где $X_0 = 8 \cdot 10^{-12}$ м – пороговое значение смещения; $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ м/с – пороговое значение скорости; $a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ м/с² – пороговое значение ускорения. Пороговыми считаются значения, с которых мы начинаем ощущать фактор.

Вибрация нормируется в октавах со среднегеометрическими значениями частоты 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000 Гц.

Вибрация классифицируются:

I. По назначению:

1. Технологическая;
2. Транспортная;
3. Транспортно-технологическая.

Технологическая вибрация наблюдается у операторов стационарных машин (штампы, отбойные молотки).

Транспортной считается вибрация, когда происходит воздействие от движущегося оборудования.

Транспортно-технологическая – это совмещённая вибрация (машинист подвижного подъёмного крана).

II. По воздействию на организм:

Общая – передаётся через опорные конечности (штампы).

Локальная – передаётся только через руки оператора.

Вибрация бывает низкочастотной, среднечастотной и высокочастотной.

Низкочастотная:

- 1 – 4 Гц – общая;
- 8 – 16 Гц – локальная.

Среднечастотная:

- 5 – 16 Гц – общая;
- 17 – 63 Гц – локальная.

Высокочастотная:

31,5 – 63 Гц – общая;

125 – 1000 Гц – локальная.

Наиболее опасна вибрация от 16 до 200 Гц – способствует развитию вибрационной болезни.

При низкочастотной вибрации происходит движение внутренних органов, нарушаются обмен веществ и вестибулярный аппарат.

При высокочастотной вибрации происходит воздействие на сосуды (спазм сосудов).

Наиболее опасны вертикальная вибрация (стоя на эскалаторе) и горизонтальная вибрация (лёжа).

При вибрационной болезни появляются ломящие (ноющие) боли в конечностях (особенно ночью), расстройства чувствительности, синдром вестибулопатии (головокружение, головные боли, радикулиты, нарушение функций нервной системы и опорно-двигательного аппарата) и как следствие – снижение работоспособности.

Защита от вибраций

1. Снижение и ликвидация возмущающих сил в источнике.

2. Снижение вибрации на пути распространения: *вибропоглощение* (за счёт сил трения, мягких покрытий и смазки); *виброгашение* – введение в систему дополнительной массы (постановка на фундаментах); *виброизоляция* – использование упругих (резиновых) прокладок и пружин.

3. Индивидуальная защита: рукавицы с резиновыми или поролоновыми вкладышами; специальная обувь на толстой резиновой подошве; специальные костюмы; специальный режим труда (контакт с вибрацией менее 2/3 смены, непрерывный контакт с вибрацией менее 20 мин).

Контрольные вопросы

1. Что такое вибрация?
2. В чем заключается негативное воздействие вибрации на организм человека?
3. Назовите причины возникновения вибраций.
4. Как подразделяется вибрация по способу передачи?

5. Какие виды вибрации вам известны?
6. Какие симптомы наблюдаются у человека при воздействии общей вибрации?
7. Что такое вибрационная болезнь?
8. Каким нормативным документом регламентируется гигиеническое нормирование вибрации?
9. Какие существуют методы защиты человека от вибрации?
10. Раскройте понятие «виброизоляция».
11. Дайте определение понятия «виброгашение».
12. Охарактеризуйте понятие «вибропоглощение».
13. Сколько стадий имеет вибрационная болезнь?
14. Как на практике реализуется виброизоляция?
15. Какими способами реализуется вибропоглощение?
16. Какими методами реализуется виброгашение?
17. Какими параметрами характеризуется вибрация?

Тема 8. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

Источники электромагнитных полей: магнитное поле Земли, бытовые и производственные источники.

Основные нормативные документы:

1. ГОСТ 12.1.006-84. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля [17].

2. ГОСТ 12.1.002-84. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах [18].

Классификация электромагнитных полей представлена в табл. 4.

Таблица 4. Классификация электромагнитных полей

Частота f , Гц	Длина волны λ	Название излучения	
3 – 30000	100000 – 10 км	Очень низкие частоты (ОНЧ)	Радиочастоты
30000 – 300000	10 – 1 км	Низкие частоты (НЧ)	
300000 – $3 \cdot 10^6$	1 км – 100 м	Средние частоты (СЧ)	
$3 \cdot 10^6$ – $3 \cdot 10^7$	100 – 10 м	Высокие частоты (ВЧ)	
$3 \cdot 10^7$ – $3 \cdot 10^8$	10 – 1 м	Ультравысокие частоты (УВЧ)	
$3 \cdot 10^8$ – $3 \cdot 10^9$	1 м – 10 см (дециметровые)	Сверхвысокие частоты (СВЧ)	
$3 \cdot 10^9$ – $3 \cdot 10^{10}$	10 – 1 см (сантиметровые)		
$3 \cdot 10^{10}$ – $3 \cdot 10^{11}$	1 см – 1 мм (миллиметровые)		
$3 \cdot 10^{11}$ – $3 \cdot 10^{12}$	1 – 0,1 мм	Сверхкрайневысокие частоты (СКВЧ)	
Оптическая область	100 – 0,76 мкм	Инфракрасное излучение	
	0,76 – 0,4 мкм	Видимое излучение	
	0,4 – 0,001 мкм	Ультрафиолетовое	
	10^{-4} – 10^{-6} мкм	Рентгеновское	
	10^{-6} мкм и менее	Гамма и космическое излучение	

Электромагнитное поле радиочастот характеризуется следующими параметрами:

- напряжённостью электромагнитного поля E , В/м;
- напряженностью магнитного поля H , А/м;
- плотностью потока энергии ППЭ = $H \cdot E$, Вт/м².

За счет переменной поляризации диэлектрика (хрящи, сухожилия) возникает нагрев окружающих тканей, следовательно, нарушается терморегуляция организма.

Длительное воздействие умеренного электромагнитного поля (c ППЭ < 1 мВт/см³) вызывает гормональные сдвиги, головные боли, утомляемость, изменение давления. Могут наблюдаться выпадение волос, похудение, ломкость ногтей, снижение иммунитета.

Нормирование электромагнитных полей радиочастот проводится по следующим параметрам:

а) по энергетической экспозиции электромагнитного поля $\mathcal{E}\mathcal{E}_E = E^2 t$;

б) энергетической экспозиции магнитного поля $\mathcal{E}\mathcal{E}_H = H^2 t$;

в) энергетической экспозиции плотности потока энергии $\mathcal{E}\mathcal{E}_E = (H \cdot E)^2 t$.

Предельно допустимые уровни энергетических экспозиций представлены в табл. 5.

Таблица 5. Предельно допустимые уровни энергетических экспозиций

Частота	ПДУ ЭЭ		
	$\mathcal{E}\mathcal{E}_E, (В/м)^2 \cdot ч$	$\mathcal{E}\mathcal{E}_H (А/м)^2 \cdot ч$	$\mathcal{E}\mathcal{E}_{ППЭ}, (мкВт/см)^2 \cdot ч$
30 кГц – 3 МГц (НЧ и СЧ)	20 000	200	–
3 – 30 МГц (ВЧ)	7 000	–	–
30 – 50 МГц (УВЧ)	800	0,72	–
50 – 300 МГц (УВЧ)	800	–	–
300 МГц – 300 ГГц (СВЧ)	–	–	200

Нормы из табл. 5 используются для персонала, работающего с установками электромагнитного излучения (наиболее опасны СВЧ).

Для лиц, проживающих в зонах электромагнитного излучения или у которых рабочие места находятся рядом с электромагнитными установками, нормируются значения E , H и ППЭ, определяемые ГОСТ 12.1.006-84.

Средства защиты

1. Снижение излучения в источнике за счет поглотителей мощности излучения.

2. Экранирование – используется для ослабления излучения (экраны выполняют из стали, меди, алюминия толщиной минимум 0,5 мм, при этом внутреннюю поверхность экрана со стороны излучения покрывают специальными поглотителями на основе каучука или поролона).

3. Экранирование рабочего места – ширмы, шторы из ткани с металлической нитью (или из металлической фольги), при этом незамкнутые экраны должны быть заземлены.

4. Ограничение времени работы с электромагнитными установками.

5. Увеличение расстояния от источника излучения до рабочего места.

6. В качестве средств индивидуальной защиты используются халаты из ткани с металлической нитью и очки с металлизированным покрытием.

Воздействие постоянных магнитных полей снижает в крови количество эритроцитов и гемоглобин. Нормирование идёт по индукции (B) магнитного поля (Тл). Для производственных помещений индукция должна составлять менее 10 Тл (8 кА/м), для жилых помещений – не более 0,2 мкТл.

Защита осуществляется экранами из магнитомягких материалов, которые легко намагничиваются.

Воздействие постоянного электрического поля. В результате воздействия статического электричества развиваются различные фобии, раздражительность, головные боли и нарушение центральной нервной системы.

Длительное инфракрасное излучение вызывает помутнение хрусталика глаза, перегрев организма, нарушение сердечно-сосудистой деятельности.

Условия труда:

1. Нормальные – инфракрасное излучение $\leq 0,5$ кал/(см²·мин);
2. Неблагоприятные – инфракрасное излучение $> 0,5$ и ≤ 7 кал/(см²·мин);
3. Вредные – инфракрасное излучение больше 7 кал/(см²·мин).

Защита на производстве – экранирование.

По воздействию на человека ультрафиолетовое излучение делится на три диапазона:

1. УФ-А: 0,4 – 0,315 мкм «общеоздоровительное»;
2. УФ-В: 0,315 – 0,28 мкм «зрительная область» – обладает сильным антирахитическим действием и покраснениями (загаром);
3. УФ-С: 0,28 – 0,2 мкм «бактерицидная область» – активно действует на тканевые белки и вызывает повреждения ДНК.

Образование статического электричества на производстве происходит при транспортировке на конвейерах, по трубопроводам, шлангам жидкостей, при пересыпке веществ, трении диэлектрика о металл.

Разряд статического электричества ведет к возникновению пожаров и других травматических ситуаций, а воздействие его на нервную систему вызывает раздражительность, утомляемость, нарушение сна.

Для защиты применяют антистатические добавки в горючие газы, при трении осуществляют обработку поверхностей диэлектриков. Для предотвращения разрядов влажность должна составлять 40 – 60 %. Прибор нейтрализатор воздуха снижает накопление электричества в рабочей зоне. Для защиты от молний используют громоотводы и молниеотводы.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные природные источники электромагнитных волн.
2. Какие нормативные документы регламентируют воздействие электромагнитного поля на организм человека?
3. Какими параметрами характеризуется электромагнитное поле?
4. Что такое энергетическая экспозиция электрического поля и как она определяется?

5. Что такое энергетическая экспозиция магнитного поля и как она определяется?
6. Какие инженерно-технические средства защиты от электромагнитных полей применяются для работников?
7. В чем суть экранирования?
8. В чем заключается принцип действия отражающих экранов?
9. От каких основных параметров зависит характер воздействия на человека электромагнитных полей?
10. Какие вредные воздействия на организм человека оказывает переменное электрическое поле?
11. Сколько выделяют групп антропогенных источников электромагнитных полей?
12. Приведите примеры источников электромагнитных полей промышленной частоты в жилых помещениях.
13. Каков принцип действия поглощающих экранов?

Тема 9. ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Лазер – устройство, концентрирующее большую энергию излучения порядка 10^{12} Дж/см³, мощностью до 10^{22} Вт/см³ в малых объемах. Лазеры применяются для плавки, сварки, резки твердых материалов, а также в системах передачи информации, в измерительной технике и медицине.

Луч – электромагнитное излучение инфракрасной, ультрафиолетовой и видимой областей излучения. Выделяют монохроматический (длина волны постоянна) и когерентный лучи. Принцип работы лазера: высокое напряжение подается на источник накачки мощности, затем происходит разрядка.

Виды лазерного излучения:

1. Прямое – непосредственно попадает на кожу и глаза;
2. Рассеянное – излучение от вещества, через которое прошел лазерный луч;
3. Зеркально отраженное – излучение отражается от поверхности под углом падения;
4. Диффузно отраженное – излучение отражается от поверхности под различными углами.

Источники воздействия лазерного излучения на организм

1. Непосредственно лазерное излучение;
2. Световое излучение от импульсных ламп накачки;
3. Ультрафиолетовое излучение от кварцевых газоразрядных трубок в конструкции;
4. От генератора накачки – шум, вибрация и электромагнитные поля ВЧ и СВЧ;
5. Высокое напряжение цепи питания ламп накачки;
6. Токсичные вещества из конструкции лазера;
7. Инфракрасное излучение от нагретых поверхностей и оборудования;
8. Запыленность и загазованность рабочей зоны продуктами взаимодействия луча и мишени (при резке, плавке и т. д.).

Основные параметры лазерного излучения.

1. Длина волны (частота);
2. Длительность импульса (-ов);

3. Энергетическая освещенность (облученность) E_e , Вт/см²;
4. Энергетическая экспозиция $H_e = E_e \cdot t$, Дж/см².

По ГОСТ 12.1.040-83. Лазерная безопасность. Общие положения [19] выделяют следующие **классы опасности лазеров**:

1-й класс: безопасное излучение – медицинские приборы (не представляют опасности для глаз и кожи);

2-й класс: опасен для глаз прямым и зеркально отраженным излучением;

3-й класс: опасен при облучении глаз прямым, зеркальным и на расстоянии 10 см диффузионно-отраженным излучением;

4-й класс самый опасный для глаз и кожи.

Воздействие лазера на организм

1. Тепловой эффект – избирательный нагрев внутренних органов;
2. Ударный эффект – резкое тепловое расширение тканевой жидкости (повышение давления, разрыв органов, эффект ударной волны);
3. Фотохимический эффект – фотохимические реакции в тканях (образование ядов в организме);
4. Образование на клеточном уровне микроволнового электромагнитного поля.

Защита лазеров по классам опасности

2-й класс. Лазеры снабжаются сигнальными устройствами;

3-й класс – устанавливаются сигнальные устройства и экраны;

4-й класс – применяются дистанционное управление, сигнальные устройства и экраны. Они расположены в отдельных помещениях с матовыми стенами и потолками. Операторы имеют маски или очки со светофильтрами.

Контрольные вопросы

1. На сколько классов делятся лазеры по степени опасности генерируемого излучения?
2. Какую опасность для человека представляют лазеры первого класса?
3. Какую опасность для человека представляют лазеры второго класса?

4. Какую опасность для человека представляют лазеры третьего класса?

5. Какую опасность для человека представляют лазеры четвертого класса?

6. Что является зеркально отраженным лазерным излучением?

7. Что является диффузно отраженным лазерным излучением?

8. В чем особенность воздействия лазерного излучения на организм человека?

9. Какие эффекты могут возникнуть в биологической ткани под воздействием лазерного излучения?

10. В чем суть теплового эффекта в биологических тканях?

11. Сколько существует диапазонов ультрафиолетового излучения?

12. Как влияет ультрафиолетовое излучение на организм человека?

13. Сколько существует диапазонов инфракрасного излучения?

14. Как влияет инфракрасное излучение на организм человека?

15. Каким нормативным документом регламентируется лазерная безопасность?

16. Что является основным нормируемым параметром лазерного излучения?

17. Как вычисляется энергетическая экспозиция?

18. Что такое предельно допустимый уровень (ПДУ) лазерного излучения?

19. Что такое лазерно-опасная зона (ЛОЗ)?

Тема 10. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Источники ионизирующего излучения: космос, естественный фон планеты, атомное оружие, атомные электростанции, различные источники (медицинские приборы и т. д.).

Радиоактивность – самопроизвольный распад химических элементов. Радиация бывает естественной (солнце, космос) и искусственной (всё остальное).

Виды ионизирующего излучения

1. α -поток ядер Гелия – обладает высокой ионизирующей способностью, но низкой проникающей способностью (путь в воздухе составляет 7 см, а в биологической ткани – несколько десятков микрометров).

2. β -поток электронов или позитронов – низкая ионизирующая способность, но высокая проникающая способность (путь в воздухе до 18 м, а в биологической ткани – до 8 мм).

3. γ -фотонное излучение – высокая проникающая способность и низкая ионизирующая способность.

4. Рентгеновское фотонное излучение (возникает вокруг β -источника). Обладает высокой проникающей способностью и низкой ионизирующей способностью.

На производстве излучение используется:

- в рентгеновских установках;
- электровакуумных системах (для сварки и плавки);
- радиационных дефектоскопах;
- электронно-лучевых установках (для сварки и плавки).

Основные характеристики ионизирующего излучения

Эквивалентная (эффективная) доза – мера ионизирующего излучения для человека $H = D \cdot k$, где D – поглощенная доза; k – коэффициент качества ($k_{\text{рентген}} = 1$, $k_{\alpha} = 20$) – значения приведены в справочниках. В системе СИ $[H] = \text{Зв}$ (зиверт) или БЭР ≈ 1 рентген. $D = dE/dm$ (рада) – количество поглощенной энергии на единицу массы. БЭР = 0,01 Зв. Мощность дозы измеряется в Зв/ч или БЭР/ч.

Воздействие на организм ионизирующего излучения подразделяется на первичное и вторичное.

При первичном воздействии происходит ионизация молекул ткани, разрыв химических связей, разрушение ферментов, свертывание белка и, следовательно, замедление роста организма и накопление в нем токсинов, вызывая лучевую болезнь.

При вторичном воздействии наблюдается нарушение структурных элементов, ответственных за наследственность (нарушение хромосомного аппарата).

Воздействие ионизирующего излучения на организм человека в зависимости от мощности дозы представлено в табл. 6.

Таблица 6. Воздействие на организм человека в зависимости от мощности дозы

Мощность дозы БЭР, рентген	Воздействие на организм
25 – 50	Незначительные изменения состава крови
50 – 100	Чувство усталости, рвота
200	Лёгкая форма лучевой болезни
400	Средняя тяжесть лучевой болезни (20%-ная смертность)
600	Тяжёлая форма лучевой болезни (50%-ная смертность)
Более 600	Крайне тяжёлая форма лучевой болезни (100%-ная смертность)

Средняя годовая доза облучения от естественных источников равна 200 мБЭР/г (30 мБЭР – космос; 130 мБЭР – грунт, вода; 40 мБЭР – остальные источники). Доза внутреннего облучения составляет 170 мБЭР/г.

Искусственные источники ионизирующего излучения: флюорография – 370 мБЭР, рентген зуба – 3 мБЭР.

Неопасный уровень естественного, искусственного и внутреннего фона ионизирующего излучения равен 60 мкР/ч (600 мР = 600 мБЭР/г).

Нормирование ионизирующих излучений осуществляется по Сан-ПиН 2.1.6.2523-09. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 [20]. По этому документу все люди делятся на три группы:

А – лица, которые непосредственно работают с радиоактивными устройствами.

Б – лица, рабочее место которых (или проживание) находится вблизи радиоактивных источников.

В – все остальные лица.

Для группы А устанавливается предельно допустимая доза (ПДД), а для групп Б и В – предельная доза (ПД), БЭР/г.

Лица группы А страдают болезнями головного, спинного и красного костного мозга; люди группы Б страдают болезнями печени, почек, селезёнки, щитовидной железы, группы В – поражениями кожи.

Защита от ионизирующего излучения

1. Использование источников с минимальным выбросом;
2. Ограничение времени работы;
3. Удаление рабочего места от источника излучения;
4. Экранирование (веществами с большой атомной массой – свинец, железо, бетон, чугун).

Для индивидуальной защиты применяют:

- респираторы и противогазы;
- халаты, перчатки, резиновые сапоги и защитные костюмы;
- радиационный контроль.

Контрольные вопросы

1. Перечислите источники ионизирующего излучения.
2. Что такое радиоактивность?
3. Какие виды радиации вы можете назвать?
4. Какие виды ионизирующего излучения можно перечислить?
5. Что представляет собой α -излучение?
6. Что представляет собой β -излучение?
7. Что представляет собой γ -излучение?
8. В каких приборах и установках используется ионизирующее излучение?
9. Назовите основные характеристики ионизирующего излучения.
10. В каких единицах измеряется эквивалентная доза?
11. Перечислите два вида воздействия ионизирующего излучения на организм человека. Поясните их.
12. Какой нормативный документ регламентирует радиационную безопасность?
13. Какие выделяют группы людей по радиационной опасности? Какие заболевания характерны для каждой группы?
14. Перечислите виды защиты от ионизирующего излучения?
15. Какие средства индивидуальной защиты применяют от ионизирующего излучения?

Тема 11. БЕЗОПАСНАЯ РАБОТА С КОМПЬЮТЕРОМ

Основной нормативный документ: СП 2.2.3670-20. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда [21].

Виды вредных воздействий на человека от компьютера:

1. Низкочастотное электромагнитное излучение;
2. Статическое электричество;
3. Рентгеновское излучение (от мониторов с электронно-лучевой трубкой);
4. Перенапряжение зрения;
5. Перенапряжение костно-мышечного аппарата;
6. Психоэмоциональные перегрузки.

Требования к помещениям с компьютерами

1. Освещение: КЕО $\geq 1,5$ %. Освещенность должна быть 300 – 500 лк.
2. Микроклимат: температура воздуха должна составлять 21 – 25 °С, влажность – 40 – 60 %, скорость воздуха – 0,1 м/с.
3. Шум не должен превышать 65 дБ.
4. Расстановка компьютеров: расстояние между компьютерами при последовательном расположении рабочих мест должно составлять не менее 2 м, а при параллельном – не менее 1,2 м. На один компьютер должно приходиться 6 м² площади помещения, а объем помещения должен быть более 20 м³.

Излучение компьютера обычно в два раза меньше, если он заземлен через розетку (или на электрощит).

Нормирование излучений от компьютеров

1. Напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см от экрана не должна превышать 10 В/м, а по магнитной составляющей должна быть менее 0,3 А/м.
2. Напряженность электрического статического поля для взрослых должна быть менее 20 кВ/м, для учащихся – менее 15 кВ/м. Поверхностный статический потенциал должен быть менее 500 В.
3. Рентгеновское излучение: мощность эквивалентной дозы не должна превышать 0,1 мБЭР/ч = 100 мкР/ч.

Эргономика рабочего места

1. Удобный регулируемый стул.
2. Стол должен иметь выдвижную панель для клавиатуры.
3. Центр глаз должен располагаться выше середины монитора на расстоянии 60 – 70 см (минимум 50 см).

Режим труда и отдыха

Все виды деятельности за компьютером делятся на три группы:

А. Работа по считыванию информации с предварительным запросом.

Б. Работа по вводу информации.

В. Творческая работа в режиме диалога с компьютером.

Выделяют три категории тяжести и напряженности работы за компьютером (табл. 7).

Таблица 7. Категории тяжести и напряженности работы за компьютером

Номер категории	А, тыс. знаков	Б, тыс. знаков	В, ч в смену	Сумма перерывов, мин	Ночная смена, мин
I	До 20	До 15	2	30	+ 60
II	До 40	До 30	4	50	+ 60
III	До 60	До 40	6	70	+ 60

Продолжительность непрерывной работы за компьютером не должна превышать двух часов.

1. Для инженеров (операторов) продолжительность работы должна быть менее шести часов.

2. Для учащихся (в течение дня) продолжительность работы за компьютером должна составлять менее трех часов.

3. Для школьников продолжительность работы должна быть менее полутора часов в день.

4. Для дошкольников работа должна продолжаться менее 10 мин в день.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют виды воздействий на человека от компьютера?
2. Какой нормативный документ регламентирует требования к условиям труда за компьютером?
3. Какие требования предъявляются к компьютерным классам?
4. По каким параметрам нормируется излучение от компьютеров?
5. Опишите эргономику рабочего места за компьютером.
6. Перечислите группы видов деятельности за компьютером.
7. Сколько выделяют категорий тяжести и напряженности работы за компьютером?
8. Какова продолжительность работы за компьютером?

Тема 12. ВЗРЫВОПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Горение – химическая реакция взаимодействия горючего вещества, окислителя и импульса для загорания.

Горючие вещества – углеводородсодержащие: нефтепродукты, спирт, дерево и т. д.

Окислители: кислород, хлор, фтор, бром, йод и т. д.

Импульс – искра, нагретая поверхность, пламя.

Обычно выделяют следующие виды горения:

Гомогенное – горючее вещество и окислитель в одном агрегатном состоянии (жидкость – жидкость, газ – газ).

Гетерогенное – горючее вещество и окислитель находятся в разных агрегатных состояниях.

В ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования [22] пожар квалифицируется как неконтролируемое горение вне специального очага, приносящее материальный ущерб и вред здоровью человека.

Классификация пожаров

1. *По скорости распространения пламени:* а) обычные пожары – несколько метров в секунду; б) взрывное горение – несколько сотен метров в секунду; в) детонационные пожары – несколько тысяч метров в секунду.

2. *По площади распространения:* а) локальный – в отдельном здании; б) сплошной – несколько зданий; в) огневой шторм – при большом количестве воздуха, скорость распространения огня составляет более 50 км/ч.

Классификация материалов по степени сгораемости

1. Несгораемые;

2. Трудно сгораемые;

3. Сгораемые: а) не тлеют и не обугливаются (металл); б) не воспламеняются, но тлеют и обугливаются при наличии огня (асфальтобетон, материалы, которые состоят из сгораемых и трудно сгораемых); в) воспламеняющиеся, обугливающиеся, тлеющие (дерево, ветошь, войлок).

Классификация промышленных веществ по сгораемости

1. *Пирофорные вещества* (материалы) – в обычных условиях хранения способны самовозгораться при контакте с кислородом (опилки, стружка, ветошь, бумага, пористые материалы и вещества, уголь, сульфиды и металлоорганические вещества).

2. *Взрывоопасные* – способны к быстрому экзотермическому превращению без кислорода воздуха (за счет образования сжатых газов): а) селитра, гремучая ртуть, гидросульфид натрия с водой; б) при смеси органических веществ с хлорной известью (HNO_3); в) взрывчатые вещества (порох, динамит и т. д.).

Факторы, влияющие на горение:

1. Материал здания (огнестойкость конструкции здания);
2. Пожароопасность производства;
3. Плотность застройки (например, городской);
4. Метеоусловия.

Огнестойкость – время, в течение которого конструкция сохраняет несущую способность. По степени огнестойкости все здания и сооружения разделяют на четыре категории: I – самая высокая, II, III, IV – самая плохая (деревянные здания).

Все объекты по СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [23] в соответствии с характером технологического процесса делятся на пять категорий:

- А – взрывоопасные;
- Б – взрывоопасные и пожароопасные;
- В – пожароопасные;
- Г – горячие цеха с большим количеством выделяемой температуры;
- Д – непожароопасные.

Вероятность воспламенения соседних зданий в зависимости от плотности застройки приведена в табл. 8.

Таблица 8. Плотность застройки и вероятность воспламенения

Расстояние между соседними зданиями, м	Вероятность воспламенения, %
5	87
15	47
50	3

Метеоусловия

Чем хуже степень огнестойкости здания и чем больше скорость ветра, тем быстрее будет распространяться огонь:

– если скорость ветра 5 – 7 м/с, то скорость распространения огня составит 120 м/ч;

– если скорость ветра 20 м/с, то скорость распространения огня составит 360 м/ч.

Причины пожаров:

1. Электрическая – короткое замыкание, перегрузки приборов, искрение, молния, статическое электричество.

2. Неэлектрическая – халатное обращение с огнем, взрывы, самовозгорание веществ, неисправность вентиляционной системы.

Опасные факторы пожара по ГОСТ 12.1.004-91:

1. Открытое пламя и искры – вызывают ожоги.

2. Высокая температура окружающей среды – вызывает повреждения от инфракрасного излучения.

3. Токсичные продукты горения – CO₂ (через 30 мин горения в помещении содержится 5 % газа от всего объема помещения, при горении меньше часа – 10 % и возможна смерть); CO (содержится в атмосфере менее 1 %. При содержании CO в помещении более 1 % наступает потеря сознания. При горении в закрытом помещении через 5 мин объем CO может достичь 10 %); NO, NO₂ вызывают отравления и удушье.

4. Дым – сажа (содержание до 18 % сажи в воздухе вызывает потерю сознания) и токсичные вещества.

5. Низкое содержание кислорода – норма 21 %.

6. Последствия разрушения объекта – травмы или летальный исход.

7. Последствия взрыва – травмы или летальный исход.

Меры пожарной профилактики зданий

1. Повышение огнестойкости: *для дерева* – штукатурка, специальная пропитка; *для металлических конструкций* – теплоизолирующие экраны из кирпича, гипсокартона.

2. Противопожарная планировка здания (должны быть эвакуационные выходы).

3. Датчики – для сигнализации возгорания. Реагируют *на температуру* – термореле (время срабатывания 1 мин); *на дым* – оптоэлектронные извещатели, время срабатывания 5 с, площадь контроля 100 м²; *на свет пламени* (ультрафиолет, инфракрасное излучение); *комбинированные*.

Основные средства пожаротушения

Горение зависит от трех составляющих: кислород, топливо и тепло. Если исключить из этой цепи одно составляющее, то горения не будет.

I. Классификация огнетушителей:

1. Охлаждающие зону горения (вода, растворы солей, твердый CO₂).
2. Вещества, разбавляющие воздух в зоне горения (инертные газы и водяной пар).
3. Изолирующие – пены, негорючие сыпучие материалы.
4. Огнетушители, которые химически тормозят реакцию горения (хладоны – галогенные углеводороды).

Примеры обозначения огнетушителей:

ОЖ-7 – жидкостный огнетушитель объемом 7 л.

ОХП-10 – огнетушитель химический, пенный объемом 10 л.

II. Автоматические установки:

1. Спринклерные – сеть трубопроводов под потолком здания с легкоплавкими замками.
2. Дренчерные (включаются по сигнализации) – для организации водяных завес.

Контрольные вопросы

1. Что такое горение?
2. Какие вещества относятся к горючим?
3. Какие виды окислителей вам известны?
4. Что такое импульс?
5. Назовите виды горения.
6. Назовите основной нормативный документ по пожарной безопасности.
7. Приведите классификацию пожаров.
8. Какие существуют группы материалов по степени сгораемости?

9. Приведите классификацию промышленных веществ по сгораемости.
10. Какие факторы влияют на горение?
11. Что такое огнестойкость здания?
12. Какие категории зданий по степени огнестойкости следует назвать?
13. Назовите категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности.
14. Как влияют на возникновение и развитие пожара метеоусловия?
15. Назовите причины пожаров.
16. Перечислите опасные факторы пожара.
17. Какие меры пожарной профилактики зданий вам известны?
18. Перечислите основные средства пожаротушения.
19. Классификация огнетушителей.
20. Как классифицируются автоматические установки пожаротушения?

Тема 13. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором на объекте территории нарушаются нормальные условия жизнедеятельности людей, создается угроза их жизни, здоровью, наносится материальный ущерб народному хозяйству и окружающей природе.

Нормативный документ: Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (ред. от 08.08.2024) [24].

Чрезвычайные ситуации по происхождению бывают *природные* (стихийные) – ураганы, цунами, землетрясения, лесные пожары, распространение инфекционных заболеваний и природных вредителей и *техногенные* (антропогенные) – пожары, возникающие из-за человеческого фактора, взрывы, обрушения зданий, выбросы химических веществ, аварии коммунальных служб.

Чрезвычайные ситуации в зависимости от количества пострадавших людей, площади и материального ущерба разделяются:

1. На локальные – на объекте (пострадавших менее 10);
2. Местные, охватывающие населенный пункт, город, район (пострадавших менее 50);
3. Территориальные, возникшие в одном субъекте Российской Федерации (пострадавших менее 500);
4. Региональные – охватывают не более двух субъектов Российской Федерации (пострадавших менее 500);
5. Федеральные – охватывают более двух субъектов Российской Федерации (пострадавших более 500);
6. Трансграничные – бедствие выходит за пределы государства.

Система по предотвращению ЧС

1. Разрабатываются мероприятия для снижения вероятности ЧС (технические системы снабжаются защитными устройствами);

2. Подготовка персонала и населения к чрезвычайным ситуациям.

Первичные факторы при возникновении ЧС

Ударная волна – область резкого сжатия воздуха от эпицентра (давление в эпицентре 1500 кПа). Если давление ударной волны 20 – 40 кПа, у пострадавших наблюдаются вывихи и ушибы; при давлении ударной волны 60 кПа – тяжелая контузия; при давлении ударной

волны более 100 кПа возникают крайне тяжелая контузия, кровотечения, повреждения, разрыв внутренних органов и смерть.

Электромагнитный импульс – кратковременные электрические и магнитные поля (несколько мс), особенно опасные при ядерном взрыве. При ядерном взрыве силой 1 Мт радиус поражающего действия – 32 км, при взрыве 10 Мт – радиус действия 115 км.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение чрезвычайной ситуации.
2. Какой основной нормативный документ о защите населения и территории от ЧС вы можете назвать?
3. Какие бывают виды ЧС по происхождению?
4. Перечислите виды ЧС по количеству пострадавших, площади и материальному ущербу.
5. В чем заключается система по предотвращению чрезвычайных ситуаций?
6. Назовите первичные факторы возникновения чрезвычайных ситуаций.

Тема 14. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

По ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (ред. от 20.06.2000) [25] в промышленности используется 646 вредных веществ, по которым устанавливается предельно допустимая концентрация (ПДК).

ПДК вещества – концентрация, которая в течение всего рабочего стажа ежедневно (8 часов) не может вызвать заболеваний (отклонений) здоровья.

По ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [26] все вредные вещества по степени токсичности делятся на четыре класса опасности:

1. Чрезвычайно опасные – ртуть, свинец;
2. Высокоопасные;
3. Умеренно опасные;
4. Малоопасные – этиловый спирт.

Токсикологические показатели вредных веществ представлены в табл. 9.

Таблица 9. Токсикологические показатели вредных веществ

Токсикологический показатель	Норма для классов опасности			
	1-й	2-й	3-й	4-й
ПДК, мг/м ³	< 0,1	0,1-1	1,1-10	> 10
Средняя смертельная доза (ССД), мг/кг:				
– в желудок	< 15	15-150	151-5000	> 5000
– на кожу	< 100	100-500	501-2500	> 2500
Средняя смертельная концентрация (ССК) в воздухе, мг/м ³	< 500	500-5000	5000-50000	> 50000
Коэффициент возможного ингаляционного отравления (КВИО)	> 300	300-30	29-3	< 3

В организме человека присутствуют ферменты – катализаторы всех химических реакций в организме. Химические вещества разрушают ферменты.

Классификация токсичных веществ по характеру воздействия на организм человека

1. *Нервные вещества* – расстройства нервной системы, паралич, судороги (углеводороды, спирты, NH_3 , марганец);
2. *Раздражающие* – поражения дыхательных путей (хлор, фосген, аммиак, ароматические углеводороды);
3. *Прижигающие* – вызывают ожоги (язвы) – неорганические кислоты и щелочи;
4. *Ферментные* – разрушают ферменты (синильная кислота, мышьяк, фосфоорганические соединения);
5. *Печеночные* – вызывают структурные изменения ткани печени (фосфор, хлорированные углеводороды, бромбензол);
6. *Кровяные* – действуют на гемоглобин (угарный газ, свинец и его неорганические соединения, ароматические смолы);
7. *Аллергены* – воздействуют на реактивную способность организма и вызывают аллергию (лаки и краски на нитрооснове, растворители, формальдегид);
8. *Мутагены* – воздействуют на генетику клетки (радиоактивные изотопы, ртуть, соединения свинца, марганец, хлорированные углеводороды);
9. *Канцерогены* – вызывают злокачественные опухоли (каменноугольная смола, хром, никель, асбест, бензапирен).

Защита на производстве от вредных веществ

1. Герметизация оборудования;
2. Защитные устройства: а) защитно-обеспыливающие кожухи; б) вытяжные шкафы; в) кабины-камеры – емкости, внутри которых проводятся покрасочные работы; г) вытяжные зонты – используются при отсутствии постоянного рабочего места; д) всасывающие панели – отсос у рабочего места; е) пыле- и газоприемники; ж) бортовые отсосы – у гальванованн.

Индивидуальная защита регламентируется ГОСТ 12.4.011-89 Средства защиты работающих. Общие требования и классификация [27]:

1. Противогазы и респираторы;
2. Защитные дерматологические кремы и моющие вещества;
3. Специальная одежда и обувь.

Защита атмосферы

1. Локализация токсических веществ в зоне их образования;
2. Очистка от загрязнений в специальных аппаратах;

3. Возврат в помещение после очистки воздуха; выброс в атмосферу и рассеяние; разбавление атмосферным воздухом и рассеяние в атмосфере.

Аппараты очистки

1. Пылеуловители – от твердых веществ;
2. Туманоуловители – башни с фильтрами из лавсана для осаждения капель и обычный фильтр (бывают высоко- и низкоскоростные);
3. Аппараты для удаления паров и газов;
4. Аппараты многоступенчатой очистки – комбинированный аппарат, состоящий из разных ступеней.

Аппараты для удаления паров и газов

1. *Абсорберы* – аппараты, в которых очистка паров и газов основана на поглощении вредных веществ жидкостью (аммиак, хлороводород).

2. *Хемосорберы* – вредные вещества поглощаются твердыми поглотителями с образованием малорастворимых и малолетучих химических соединений (очистка от оксида азота известковым раствором – орошением).

3. *Адсорберы* – угольный фильтр, вредные вещества связываются с адсорбером на его поверхности.

4. *Термические нейтрализаторы* – некоторые вредные вещества сгорают (самогорение, в среде горючих газов, каталитическое дожигание – искусственное горение) и превращаются в менее токсичные вещества.

Средства защиты гидросферы

Методы защиты:

1. *Механическая очистка сточных вод* – фильтрация, отстаивание, процеживание.

2. *Физико-химическая очистка:*

- флотация – стоки очищаются от масла пузырьками воздуха;
- экстракция – процесс перераспределения примесей на два взаимно нерастворимых компонента;
- нейтрализация – очистка стоков от кислот и щелочей;
- сорбция – поглощение вредных веществ адсорбентами (торф, опилки, активированный уголь, зола);
- эвапорация – летучие органические вещества обрабатываются паром, который затем удаляется.

3. *Биологическая очистка* – основана на способности микроорганизмов питаться кислотами, спиртами, белками, углеводами из сточных вод.

Защита литосферы

Существуют семь технологий утилизации твердых промышленных и бытовых отходов.

1. Складирование на полигоне;
2. Сжигание без предварительной сортировки с утилизацией тепла;
3. Компостирование – получение компоста с применением биохимических добавок;
4. Компостирование плюс пиролиз – химическая реакция с выделением и очисткой газа;
5. Дробление и брикетирование органосодержащих отходов;
6. Сортировка;
7. Сортировка и сжигание.

В России используют складирование на полигоне и сжигание.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой ПДВ?
2. Охарактеризуйте понятие «предельно допустимая концентрация».
3. Какие виды предельно допустимой концентрации вам известны?
4. Раскройте понятие ПДК_{м.р.}
5. Что представляет собой ПДК_{сс}?
6. Охарактеризуйте понятие ПДК_{сг.}
7. Как классифицируются токсичные вещества по характеру воздействия на организм человека?
8. Как на производстве осуществляется защита от вредных веществ?
9. Какие применяются средства индивидуальной защиты от вредных веществ?
10. Какие существуют средства защиты атмосферы?
11. Охарактеризуйте виды аппаратов очистки.
12. Перечислите виды аппаратов для удаления паров и газов.
13. Перечислите виды средств защиты гидросферы.
14. Какие технологии используются для защиты литосферы.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕРНЫХ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Правовые и нормативные основы безопасности жизнедеятельности.
2. Предмет, цели и задачи курса.
3. Безопасность работы с компьютером.
4. Классификация вредных веществ по видам воздействия.
5. Защита от вибраций.
6. Искусственное освещение и источники света.
7. Способы утилизации твердых отходов.
8. Вредные вещества, взаимодействие с организмом человека.
9. Защита от шума.
10. Естественное освещение.
11. Очистка промышленных выбросов в атмосферу.
12. Электромагнитные поля (радиочастоты).
13. Способы очистки промышленных стоков.
14. Действие вибрации на человека. Виды вибрации. Нормирование.
15. Общая классификация негативных факторов среды обитания человека.
16. Ударная волна и электромагнитный импульс.
17. Нормирование ионизирующих излучений.
18. Общие меры пожарной профилактики.
19. Защита от ионизирующих излучений.
20. Вещества и аппараты тушения пожаров. Пожарная сигнализация.
21. Классификация вредных веществ по степени токсичности.
22. Инфразвук.
23. Токсикологические показатели вредных веществ.
24. Меры защиты от поражения электрическим током.
25. Освещение. Его характеристики и нормирование.
26. Профилактика неблагоприятного действия на человека окружающей воздушной среды.
27. Классификация вредных веществ по источникам образования и способам поступления в организм.
28. Ультразвук.
29. Ультрафиолетовое излучение.

30. Рациональная организация труда.
31. Ионизация воздуха рабочего помещения.
32. Статическое электричество.
33. Опасные факторы пожара.
34. Ионизирующее излучение (виды, параметры, как влияет на человека).
35. Взрывопожаробезопасность производства. Огнестойкость материалов и конструкций.
36. Лазерное излучение.
37. Микроклимат рабочего помещения.
38. Контроль вредных веществ в воздухе рабочего помещения.
39. Действие на человека электрического тока и условия воздействия.
40. Вибрация. Характеристики и причины возникновения.
41. Классификация чрезвычайных ситуаций.
42. Параметры шума. Воздействие на человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пособии рассмотрены предмет, цели и задачи курса; характеристика основных форм деятельности человека; микроклимат производственного помещения; производственное освещение; электробезопасность; шум; вибрация; электромагнитные поля; лазерное излучение; ионизирующее излучение; безопасная работа с компьютером; взрывопожаробезопасность; чрезвычайные ситуации и вредные вещества.

Пособие носит рекомендательный характер, включает в себя все необходимые сведения для изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» для всех направлений бакалавриата, может быть полезно при выполнении лабораторных и практических работ.

Автор планирует издание практикума по всем темам учебно-практического пособия.

Для самостоятельного и дополнительного изучения студентам рекомендуется ознакомиться с методом расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории, описанным в ГОСТ Р 56162-2019.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/71454526/> (дата обращения: 01.09.2025).

2. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 02.09.2025).

3. Уголовный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/ (дата обращения: 04.09.2025).

4. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 07.07.2025) «О пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 06.09.2025).

5. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 08.09.2025).

6. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/ (дата обращения: 10.09.2025).

7. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 30.09.2025) «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_45914/ (дата обращения: 12.09.2025).

8. Р 2.2.2006-05.2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_85537/ (дата обращения: 14.09.2025).

9. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 (ред. 17.03.2025) «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21. «Санитарные правила и нормы...» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_375839/ (дата обращения: 16.09.2025).

10. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (ред. от 20.06.2000) [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136698/ (дата обращения: 18.09.2025).

11. СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 (ред. от 28.12.2021) [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/71692340/> (дата обращения: 20.09.2025).

12. ГОСТ 12.1.019-2017. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238> (дата обращения: 22.09.2025).

13. ГОСТ Р 12.1.038-2024. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/409206400/> (дата обращения: 24.09.2025).

14. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 6-е изд. (ред. от 20.06.2003) [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_98464/ (дата обращения: 26.09.2025).

15. ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/71197570/> (дата обращения: 28.09.2025).

16. ГОСТ 12.1.012-2004. Вибрационная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/194028/> (дата обращения: 30.09.2025).

17. ГОСТ 12.1.006-84. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/6305025/> (дата обращения: 01.10.2025).

18. ГОСТ 12.1.002-84. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/6305024/> (дата обращения: 03.10.2025).

19. ГОСТ 12.1.040-83. Лазерная безопасность. Общие положения [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/6305017/> (дата обращения: 04.10.2025).

20. СанПиН 2.1.6.2523-09. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902170553> (дата обращения: 05.10.2025).

21. СП 2.2.3670-20. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372741/ (дата обращения: 06.10.2025).

22. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 07.10.2025).

23. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 09.10.2025).

24. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68 - ФЗ «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (ред. от 08.08.2024) [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/ (дата обращения: 11.10.2025).

25. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (ред. от 20.06.2000) [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/2321317/> (дата обращения: 12.10.2025).

26. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения: 13.10.2025).

27. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/3922229/> (дата обращения: 14.10.2025).

28. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / авт.-сост.: А. В. Толков, Е. А. Баландина, Н. И. Туманова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2023. – 454 с. – ISBN 978-5-9984-1545-6. – Электрон. дан. (13,7 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Reader ; дисковод CD-R. – Загл. с титул. экрана. – URL: <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/10896> (дата обращения: 15.10.2025).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Исходные данные к практическим работам № 1 и 2

Номер варианта	Длина помещения <i>A</i> , м	Ширина помещения <i>B</i> , м	Высота помещения <i>H</i> , м	Коэффициенты отражения $\rho_n-\rho_c-\rho_p$, %	Наименьший размер объекта различения (НРОР), мм	Контраст объекта с фоном <i>K</i> , отн. ед.	Коэффициент отражения фона ρ_ϕ , %
1	9	3	2,9	30-10-10	0,1	0,6	70
2	3	3	2,9	70-50-30	0,4	0,8	60
3	4,5	3	2,9	70-50-10	0,2	0,7	80
4	4,5	3	2,9	70-50-10	0,4	0,3	30
5	6	3	2,9	50-30-10	0,4	0,3	30
6	12	3	2,9	70-50-30	0,4	0,3	30
7	9	4,5	3,2	70-50-30	0,2	0,3	30
8	12	6	3,2	70-50-10	0,2	0,4	60
9	15	9	3,2	50-30-10	0,7	0,6	50
10	15	6	2,9	70-50-30	0,4	0,3	30
11	18	4,5	3,2	50-30-10	0,7	0,15	30
12	21	4,5	3,2	30-10-10	3,0	0,15	50
13	24	4,5	3,5	70-50-30	0,7	0,1	10
14	27	6	3,8	70-50-10	0,4	0,1	50
15	30	6	4,1	50-30-10	0,4	0,25	10
16	36	6	4,6	30-10-10	3,0	0,3	50
17	18	6	3,8	70-50-30	0,7	0,4	30
18	21	9	4,1	70-50-10	0,2	0,8	30
19	24	6	4,6	50-30-10	3,0	0,7	30
20	27	9	4,6	70-50-30	0,7	0,6	50
21	30	9	4,1	70-50-10	0,7	0,4	30
22	36	12	4,1	50-30-10	3,0	0,3	50
23	18	12	3,8	70-50-10	0,7	0,1	10
24	21	12	4,1	50-30-10	0,4	0,1	50
25	18	6	3,8	70-50-30	0,7	0,6	50
26	18	4,5	3,2	50-30-10	0,2	0,3	30
27	15	6	2,9	70-50-30	0,1	0,4	30
28	21	4,5	3,2	30-10-10	0,2	0,8	30
29	9	5	3,0	30-10-10	0,35	0,15	35
30	5	3	3,2	70-50-30	0,4	0,25	25
31	6	3	3,2	70-50-10	0,45	0,35	90
32	12	6	3,5	50-30-10	0,6	0,4	0,4
33	18	9	3,5	30-10-10	0,9	0,3	70
34	24	10	3,8	50-30-10	1,1	0,1	15
35	30	10	4,1	70-50-10	2,0	0,15	50

Шаблон к практической работе № 1

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»
(ВлГУ)

ИМиАТ
Кафедра АТБиУК

Практическая работа № 1
«Расчет освещения
методом коэффициента использования светового потока»
Вариант № ____

Выполнил:
ст. гр. Ю-122
Иванов И. И.
Проверил:
Толков А. В.

Владимир 20 ____

Цель работы: выполнить расчет освещения методом коэффициента использования светового потока.

Теоретическая часть

В теоретической части необходимо привести классификацию производственного освещения, дать понятия контраста объекта с фоном и коэффициента отражения фона с диапазонами значений и словесным наименованием. Теоретическую часть можно расширить материалом из лекций или литературы по теме «Производственное освещение».

Практическая часть

Исходные данные:

$$A = \text{м},$$

$$B = \text{м},$$

$$H = \text{м},$$

$$\rho_{\text{п}} - \rho_{\text{с}} - \rho_{\text{р}}, \% = ,$$

$$\text{НРОР} = \text{РОР} = \text{мм},$$

$$K = - ,$$

$$\rho_{\text{ф}}, \% = - .$$

1. *Выбор нормативной освещенности* (осуществляется по табл. П2.1)

В результате выполнения первого действия должна быть сделана следующая запись:

Характеристика зрительной работы – ,

Разряд зрительной работы – ,

Подразряд зрительной работы – ,

Контраст объекта с фоном – ,

Фон – ,

$E = \text{лк}$ (по графе 9).

2. *Выбор ламп, светильников и предварительный расчет размеров*

Рекомендации по предварительному выбору ламп и светильников:

Если $E \leq 500 \text{ лк}$, то необходимо первоначально взять лампы мощностью 40 Вт.

Если $E > 500 \text{ лк}$, то первоначально следует выбрать лампы мощностью 65 Вт.

Таблица П2.1. Нормируемая освещенность производственных помещений

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Фон	Искусственное освещение		Естественное освещение		Совмещенное освещение		
						Освещенность при освещении, лк		КЕО e_n , % при освещении				
						комбинированном		общем	верхнем или комбинированном	боковом	верхнем или комбинированном	боковом
						всего	в том числе общего					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	a	Малый	Темный	5000 4500	500 500	– –	–		6,0	2,0
			б	Малый Средний	Средний Темный	4000 3500	400 400	1250 1000				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2500 2000	300 200	750 600				
			г	Средний Большой	Светлый Средний	1500 1250	200 200	400 300				
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	a	Малый	Темный	4000 3500	400 400	– –	–		4,2	1,5
			б	Малый Средний	Средний Темный	3000 2500	300 300	750 600				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000 1500	200 200	500 400				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1000 – 750	200 – 200	300 – 200				

Продолжение табл. П2.1

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Фон	Искусственное освещение		Естественное освещение		Совмещенное освещение		
						Освещенность при освещении, лк		КЕО e_n , % при освещении				
						комбинированном		общем	верхнем или комбинированном	боковом	верхнем или комбинированном	боковом
						всего	в том числе общего					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Темный	2000 1500	200 200	500 400	—		3,0	1,2
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000 750	200 200	300 200				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750 600	200 200	300 200				
			г	Средний Большой	Светлый Средний	400	200	200				
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	300	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200				
			г	Средний Большой	Светлый Средний	—	—	200				
Малой точности	Св. 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	3	1	1,8	0,6
			б	Малый Средний	Средний Темный	—	—	200				

Продолжение табл. П2.1

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Фон	Искусственное освещение		Естественное освещение		Совмещенное освещение			
						Освещенность при освещении, лк		КЕО e_n , % при освещении					
						комбинированном		общем	верхнем или комбинированном	боковом	верхнем или комбинированном	боковом	
						всего	в том числе общего						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Малой точности	Св. 1 до 5	V	в	Малый Большой Средний	Светлый Средний Темный	–	–	200	–	–	–	–	
			г	Средний Большой	Светлый Средний	–	–	200					
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	–	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		–	–	200	3	1	1,8	0,6	
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	–	То же		–	–	200	3	1	1,8	0,6	
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное		VIII	а	>>		–	–	200	3	1	1,8	0,6	
			б	>>		–	–	75	1	0,3	0,7	0,2	

Окончание табл. П2.1

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Фон	Искусственное освещение		Естественное освещение		Совмещенное освещение			
						Освещенность при освещении, лк		КЕО e_n , % при освещении					
						комбинированном		общем	верхнем или комбинированном	боковом	верхнем или комбинированном	боковом	
						всего	в том числе общего						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
периодическое при периодическом пребывании людей в помещении		VIII	в	>>		–	–	50	0,7	0,2	0,5	0,2	
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями			г	>>		–	–	20	0,3	0,1	0,2	0,1	

Лампы мощностью 80 Вт следует использовать в крайнем случае.

Кроме этого необходимо определиться с типом лампы: ЛБ или ЛД. При одной и той же мощности лампы световые потоки этих ламп отличаются по величине.

Можно выбрать любую мощность ламп. Важно помнить, что чем больше мощность лампы и ее световой поток, тем меньше светильников будет в помещении и наоборот. Если использовать лампы малой мощности и множество светильников в одном ряду, то суммарная длина светильников без промежутков должна быть меньше длины помещения.

При выборе светильника необходимо обращать внимание на следующие моменты:

1. В светильник будут ставиться две лампы ($n_{л} = 2$);
2. Предпочтительна косинусная кривая силы света (Д);
3. Длина светильника должна быть больше длины лампы.

Рекомендуемые возможные сочетания светильников и ламп:

1. ПВЛМ, 2x40, Д, $l_{св} = 1325$ мм.
ЛД20-4, $\Phi_{л} = 920$ лм, $l_{л} = 604$ мм.
ЛБ20-4, $\Phi_{л} = 1180$ лм, $l_{л} = 604$ мм.
ЛД30-4, $\Phi_{л} = 1640$ лм, $l_{л} = 908,8$ мм.
ЛБ30-4, $\Phi_{л} = 2100$ лм, $l_{л} = 908,8$ мм.
ЛД40-4, $\Phi_{л} = 2340$ лм, $l_{л} = 1213,6$ мм.
ЛБ40-4, $\Phi_{л} = 3120$ лм, $l_{л} = 1213,6$ мм.
2. ЛСП 22, 2x65, Д, $l_{св} = 1625$ мм.
ЛД65-4, $\Phi_{л} = 3570$ лм, $l_{л} = 1514,2$ мм.
ЛБ65-4, $\Phi_{л} = 4650$ лм, $l_{л} = 1514,2$ мм.
3. ЛСП 06, 2x80, М, $l_{св} = 1538$ мм.
ЛД80-4, $\Phi_{л} = 4070$ лм, $l_{л} = 1514,2$ мм.
ЛБ80-4, $\Phi_{л} = 5220$ лм, $l_{л} = 1514,2$ мм.

В помещении выделяют вид сверху (план) (рис. П2.1) и поперечный разрез помещения (рис. П2.2) с размерами:

1. A , B и H – размеры помещения, м;
2. $b = 0,2$ м – ширина светильника;
3. $l_{св}$ – длина светильника, м;
4. L_A – расстояние между светильниками в одном ряду, м;
5. L_B – расстояние между рядами светильников, м;
6. l_A и l_B – расстояния от стен до светильников, м;
7. $h_p = 1$ м – высота рабочей поверхности над полом;

8. h_c – высота свеса светильника; в расчетах принять:

если $H \leq 3,5$ м, то $h_c = 0$ м,

если $H > 3,5$ м, то $h_c = 0,5$ м;

9. $h_{п}$ – высота светильника над полом, м;

10. h – расчетная высота подвеса, м.

Далее необходимо рассчитать $h_{п}$, h (по рис. П2.2) и индекс помещения i .

Индекс помещения определяется по формуле

$$i = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{AB}{h(A+B)}. \quad (1)$$

Ответ округлить до второго знака после запятой.

3. Расчет светового потока

Теоретический световой поток, лм:

$$\Phi_T = \frac{ESK_3Z}{N\eta\gamma}, \quad (2)$$

где $K_3 = 1,4$ – коэффициент запаса;

$Z = 1,1$ – коэффициент неравномерности освещения;

$N = 2$ – число рядов светильников в помещении (у всех будет два ряда);

η – коэффициент использования светового потока (табл. П2.2). Выбор происходит по типу кривой силы света выбранного светильника, коэффициентам отражения потолка, стен и пола (исходные данные) и индексу помещения. Выбранное значение представить в долях единицы;

$\gamma = 0,8$ – коэффициент затенения.

Число светильников в одном ряду

$$N_1 = \frac{\Phi_T}{n_{л} \cdot \Phi_{л}}. \quad (3)$$

Полученное значение N_1 округлить до целого числа по правилам округления. Важно: N_1 не может быть меньше единицы.

Необходимо также обеспечить выполнение следующих условий:

1. Минимальное количество светильников в одном ряду должно быть $N_1 = 2$ шт, т. е. если по расчетам получается один светильник, то следует выбрать лампу с меньшим световым потоком и добиться, чтобы $N_1 \geq 2$ шт.

2. Сравнение суммарной длины светильников с длиной помещения

$$N_1 \cdot l_{св}(\text{м}) \leq A(\text{м}).$$

3. Фактический световой поток

$$\Phi_{ф} = N_1 \cdot n_{л} \cdot \Phi_{л}. \quad (4)$$

В формулу (4) подставляется округленное значение N_1 .

Таблица П2.2. Коэффициенты использования светового потока светильников с типовыми кривыми силы света, излучаемого в нижнюю полусферу

Типовая кривая	Равномерная М						Косинусная Д						Глубокая Г								
	70		50		30	70		50		30	70		50		30						
$\rho_{п}, \%$	50	30	50	30	10	50	30	50	30	10	50	30	50	30	10						
$\rho_{с}, \%$	30	10	30	10	10	30	10	30	10	10	30	10	30	10	10						
$\rho_{р}, \%$	30	10	30	10	10	30	10	30	10	10	30	10	30	10	10						
i	Коэффициент использования, %																				
0,5	28	28	21	21	25	19	15	36	35	30	30	34	28	25	58	57	55	53	57	5	49
0,6	35	34	27	26	31	24	18	43	42	35	34	40	33	28	68	65	62	60	64	6	57
0,7	44	39	32	31	39	31	25	48	47	41	38	45	38	33	74	69	68	64	69	6	61
0,8	49	46	38	36	43	36	29	54	51	45	43	49	43	37	78	73	72	69	72	6	66
0,9	51	48	40	39	46	39	31	57	55	48	46	52	46	41	81	76	75	72	75	7	70
1,0	54	50	43	41	48	41	34	60	57	52	50	55	49	45	84	78	78	75	77	7	72
1,1	56	52	46	43	50	43	35	64	60	55	52	58	51	47	87	81	80	77	79	7	74
1,25	59	55	49	46	53	45	38	69	63	60	56	61	55	50	90	83	84	79	82	7	76
1,5	64	59	53	50	56	49	42	75	69	67	62	67	61	55	94	86	88	83	85	8	79
1,75	68	62	57	53	60	53	45	79	72	71	66	70	65	60	97	88	92	85	86	8	82
2,0	73	65	61	56	63	56	48	83	75	75	69	73	68	64	99	90	95	88	88	8	84
2,25	76	68	65	60	66	59	51	86	77	79	73	76	71	66	101	92	97	90	90	8	85
2,5	79	70	68	63	68	61	54	89	80	82	75	78	73	69	103	93	99	91	91	8	87
3,0	83	75	73	67	72	65	58	93	83	86	79	81	77	73	105	94	102	92	93	9	89
3,5	87	78	77	70	75	68	61	96	86	90	82	83	80	76	107	95	104	94	94	9	90
4,0	91	80	81	73	78	72	65	99	88	93	84	85	83	79	109	96	105	94	94	9	91
5,0	95	83	86	77	80	75	69	105	90	98	88	88	85	81	111	97	108	96	96	9	92

Отклонение световых потоков

$$\Delta\Phi = \frac{|\Phi_r - \Phi_\phi|}{\Phi_\phi} 100\% \leq [\Delta\Phi] = 20\%. \quad (5)$$

Если $\Delta\Phi$ получилось более 20 %, то необходима корректировка расчетов. Смысл корректировки сводится к уменьшению разницы световых потоков в формуле (5) за счет изменения фактического светового потока, который связан со световым потоком лампы.

4. Схемы

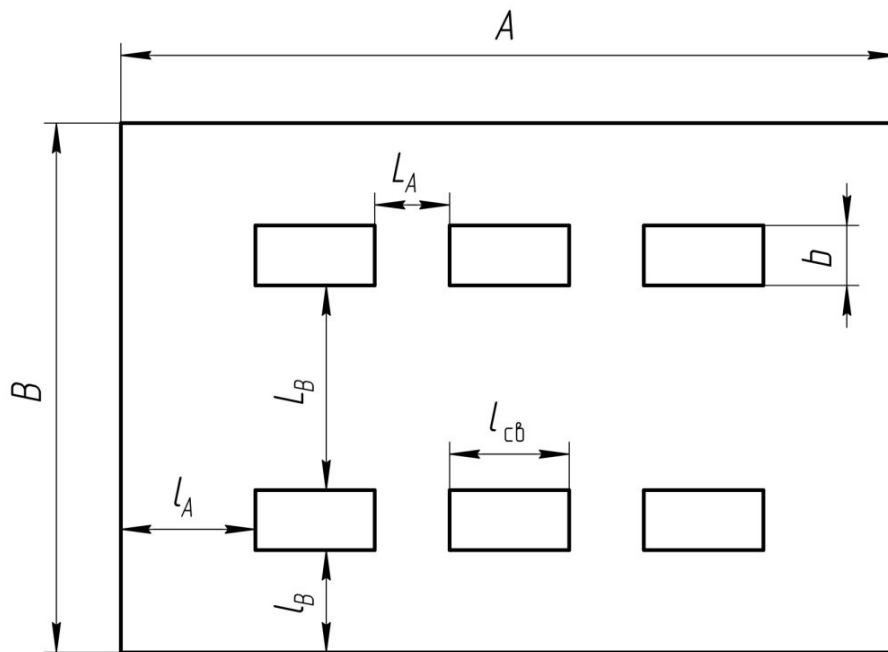


Рис. П2.1. Пример выполнения плана помещения

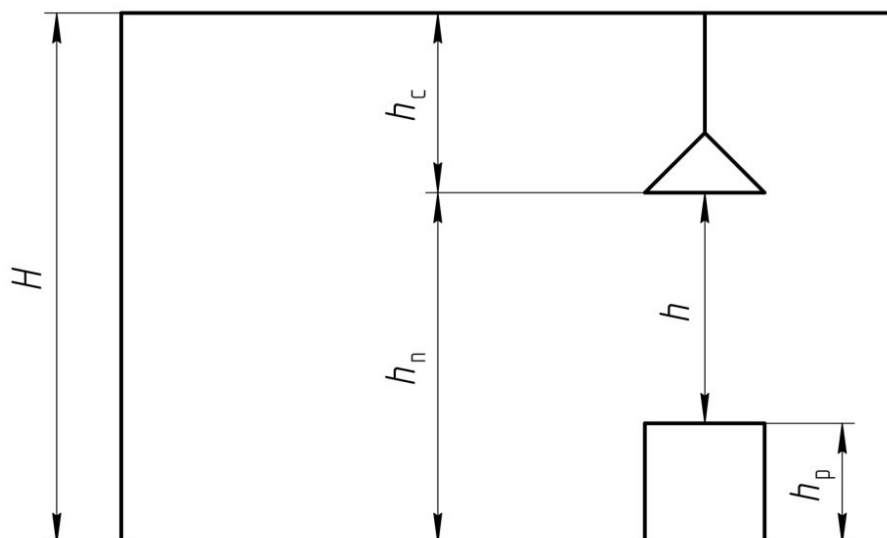


Рис. П2.2. Пример выполнения поперечного разреза помещения

Именно в этом пункте необходимо привести схемы, подобные рис. П2.1 и П2.2, но не только с буквенными, но и с численными обозначениями размеров в метрах.

На поперечном разрезе помещения размеры останутся такими, какими они получились по расчетам во втором действии. А на плане необходимо выполнить равномерную расстановку светильников по длине и ширине помещения. Она осуществляется по формулам:

$$\begin{aligned}l_A = L_A &= \frac{A - N_1 \cdot l_{\text{св}}}{N_1 + 1}, \text{ м.} \\l_B = L_B &= \frac{B - N \cdot b}{N + 1}, \text{ м.}\end{aligned}\tag{6}$$

Вывод. При длине светильника с лампами $l_{\text{св}} = \dots$ мм и расстоянии между ними $L_A = \dots$ м они располагаются по длине (или ширине) помещения. Таким образом, для освещения помещения размерами $A \times B$ м потребуется установить (всего в помещении) \dots светильников с двумя лампами в каждом, что обеспечит нормативную освещенность $E = \dots$ лк.

Шаблон к практической работе № 2

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»
(ВлГУ)

ИМиАТ
Кафедра АТБиУК

Практическая работа № 2
«Расчет освещения точечным методом»
Вариант № ____

Выполнил:
ст. гр. Юк-122
Петров П. П.
Проверил:
Толков А. В.

Владимир 20 ____

Цель работы: выполнить расчет освещения точечным методом.

Теоретическая часть

Теоретическую часть можно продублировать из первой практической работы.

Практическая часть

Исходные данные:

$$A = \text{м},$$

$$B = \text{м},$$

$$H = \text{м},$$

$$\rho_{\text{п}} - \rho_{\text{с}} - \rho_{\text{р}}, \% = ,$$

$$\text{НРОР} = \text{РОР} = \text{мм},$$

$$K = - ,$$

$$\rho_{\text{ф}}, \% = - ,$$

$$E = \text{лк},$$

$$K_3 = 1,3,$$

$$h = \text{м},$$

$$\mu = 1,1,$$

$$N = 2 \text{ ряда},$$

$$N_1 = \text{штук светильников в одном ряду},$$

$$n_{\text{л}} = 1 \text{ число ламп в одном светильнике}.$$

1. Расчет условной освещенности

Вначале необходимо нарисовать план помещения, пример выполнения которого приведен на рис. ПЗ.1.

На плане помещения расставляются:

1. Светильники в виде точек. Выполняется их нумерация.
2. Габаритные размеры помещения.
3. Светильники расставляются равномерно по длине и ширине помещения с обозначением размеров.
4. Проставляются и обозначаются контрольные точки. На рис. ПЗ.1 это точки А, Б и В. Здесь рассмотрен пример с тремя контрольными точками. В практической работе достаточно рассмотреть только две контрольные точки.
5. Каждая контрольная точка соединяется линиями с каждым светильником.

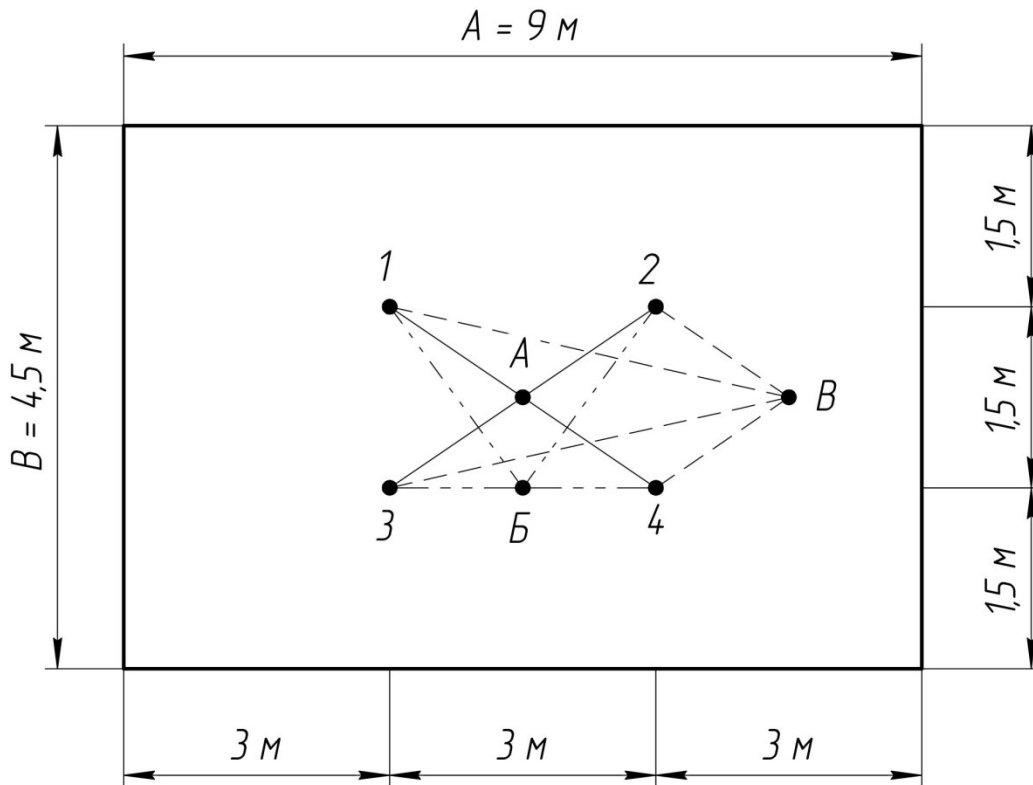


Рис. ПЗ.1. Пример выполнения плана помещения

Далее для каждой контрольной точки определяются расстояния до каждого светильника:

т. А: $d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = \sqrt{1,5^2 + 0,75^2} = 1,68 \text{ м};$

т. Б: $d_1 = d_2 = \sqrt{1,5^2 + 1,5^2} = 2,12 \text{ м};$

$d_3 = d_4 = 1,5 \text{ м};$

т. В: $d_1 = d_3 = \sqrt{0,75^2 + 4,5^2} = 4,56 \text{ м};$

$d_2 = d_4 = \sqrt{0,75^2 + 1,5^2} = 1,68 \text{ м}.$

Результаты расчетов сводятся в табл. ПЗ.1.

Таблица ПЗ.1. Результаты расчета условной освещенности

Точка	Номер светильника	$d, \text{ м}$	$e_i, \text{ лк}$	$\Sigma e_i, \text{ лк}$
А	1, 2, 3, 4	1,68	$20 \cdot 4 = 80$	80
Б	1, 2	2,12	$15 \cdot 2 = 30$	$30 + 50 = 80$
	3, 4	1,50	$25 \cdot 2 = 50$	
В	1, 3	4,56	$1,5 \cdot 2 = 3$	$3 + 40 = 43$
	2, 4	1,68	$20 \cdot 2 = 40$	

В практической работе принимается одинаковый для всех вариантов светильник Астра-1.

По рис. ПЗ.2 для выбранного светильника находится условная освещенность e_i в зависимости от размеров d и h и заносится в табл. ПЗ.1. Условная освещенность умножается на количество светильников, имеющих одинаковое расстояние до контрольной точки.

В последнем столбце табл. ПЗ.1 определена суммарная условная освещенность по каждой контрольной точке.

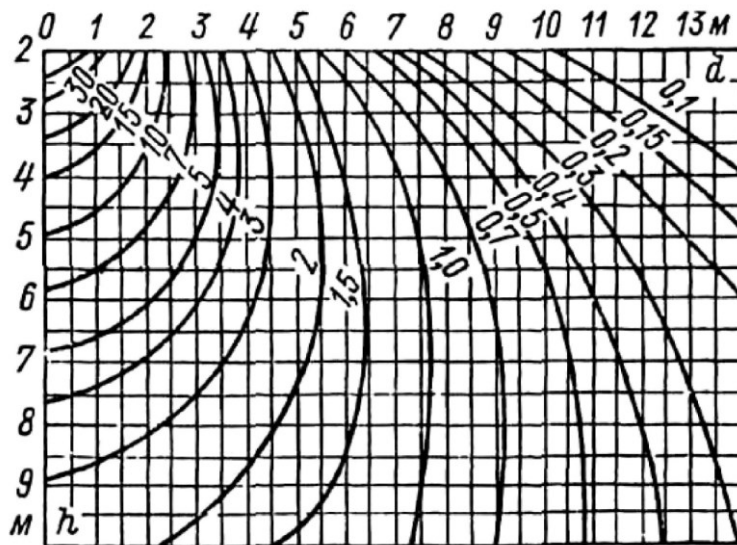


Рис. ПЗ.2. График изолюкс для светильника Астра-1

Из табл. ПЗ.1 видно, что наихудшее освещение имеет точка В, поэтому дальнейший расчет выполняется для этой точки.

2. Расчет светового потока

Теоретический световой поток

$$\Phi_T = \frac{1000 \cdot E \cdot K_3}{\mu \cdot \sum e_i}, \quad (1)$$

$$\Phi_T = \frac{1000 \cdot 400 \cdot 1,3}{1,1 \cdot 43} = 10994 \text{ лм.}$$

Необходимый световой поток лампы

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{\Phi_T}{N \cdot N_1 \cdot n_{\text{л}}}, \quad (2)$$

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{10994}{2 \cdot 2 \cdot 1} = 2748,5 \text{ лм.}$$

По табл. ПЗ.2 выбирается лампа со световым потоком, близким к рассчитанному световому потоку лампы.

Таблица ПЗ.2. Технические данные ламп накаливания
общего назначения

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм
В220-25	25	220	Г220-200	200	2800
БК220-40	40	460	Г220-500	500	8300
Б220-60	60	715	Г220-750	750	13100
Б220-100	100	1350	Г220-1000	1000	18600
Г220-150	150	2000	Г220-1500	1500	29000

Примечание: в обозначении типа лампы В – вакуумные; Г – газонаполненные; Б – биспиральные; БК – биспиральные криптоновые.

В примере выбрана лампа Г220-200, имеющая световой поток $\Phi_{л} = 2800$ лм.

Фактический световой поток

$$\Phi_{ф} = N \cdot N_1 \cdot n_{л} \cdot \Phi_{л}, \quad (3)$$

$$\Phi_{ф} = 2 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2800 = 11200 \text{ лм.}$$

Отклонение световых потоков

$$\Delta\Phi = \frac{|\Phi_{т} - \Phi_{ф}|}{\Phi_{ф}} 100 \% \leq [\Delta\Phi] = 20 \%. \quad (4)$$

$$\Delta\Phi = \frac{|10994 - 11200|}{11200} 100 \% = 1,84 \% \leq [\Delta\Phi] = 20 \%.$$

В данной практической работе не является критичным отклонение световых потоков более 20 %. Это обусловлено малым количеством справочных ламп в табл. ПЗ.2.

В выводе наименование наихудшей контрольной точки, общее количество светильников в помещении и тип лампы у каждого студента будут свои.

Вывод (пример). Для обеспечения нормативной освещенности в наихудшей точке В необходимо, чтобы в помещении располагалось четыре светильника Астра-1 с лампами накаливания Г220-200.

Исходные данные к практической работе № 3

Номер варианта	Тип застройки, территории, помещения	Время суток, ч	Месторасположение объектов	Q , ед/ч	V , км/ч	ρ , %	Состояние дорожного покрытия	L , м	Ширина полосы зеленых насаждений, м	Конструкция окон
1	Территории больниц и санаториев	7 – 23	Район существующей застройки	40	40	10	Асфальтобетон	10	30	Раздельное
2	Территории больниц и санаториев	23 – 7						14		
3	Территории и зоны массового отдыха	7 – 23	Места отдыха	1000	60	50		20	10	
4	Новый проектируемый жилой район города	7 – 23	Новый жилой район	1500	80	50		30	10	
5	Новый проектируемый жилой район города	23 – 7						40		
6	Реконструируемый жилой район	7 – 23	Район существующей застройки	2000	80	40	Шероховатость 4,6 – 10 мм	60	15	Спаренное
7	Реконструируемый жилой район	23 – 7						80		
8	Промышленные зоны с жилой застройкой	7 – 23	Район существующей застройки	1500	80	80	Бетон	100	20	Раздельное
9	Промышленные зоны с жилой застройкой	23 – 7						200		
10	Территории жилой застройки в 2 м от зданий	23 – 7	Район существующей застройки	1000	80	40	Уклон 40 %	300	20	Спаренное
11	Территории жилой застройки в 2 м от зданий	7 – 23						400		
12	Площадки отдыха, сады, парки	7 – 23	Зеленая зона города	20	40	10	Уклон 60 %	500	30	Раздельное

Окончание прил. 4

Номер варианта	Тип застройки, территории, помещения	Время суток, ч	Месторасположение объектов	Q , ед/ч	V , км/ч	ρ , %	Состояние дорожного покрытия	L , м	Ширина полосы зеленых насаждений, м	Конструкция окон
13	Спортивные площадки	7 – 23	Новый жилой район	1500	40	20	Бетон	100	10	Спаренное
14	Спортивные залы	7 – 23							10	
15	Стадионы	7 – 23							10	
16	Палаты больниц, санаториев	7 – 23	Курортный район	40	40	10	Асфальтобетон	500	30	Спаренное
17	Палаты больниц, санаториев	23 – 7						400		
18	Жилые комнаты квартир	23 – 7	Новый жилой район	1500	80	50	Асфальтобетон	300	25	Раздельное
19	Жилые комнаты квартир	7 – 23						200	20	
20	Жилые комнаты в общежитиях	7 – 23	Район существующей застройки	2000	60	50	Бетон	100	25	Спаренное
21	Жилые комнаты в общежитиях	23 – 7						80	20	
22	Классы в школах	7 – 23		1500	20	Уклон 20 %	500	15	Раздельное	
23	Аудитории, кабинеты	7 – 23					400	10	Спаренное	
24	Помещения управлений	7 – 23					10	10	Раздельное	
25	Территории больниц и санаториев	7 – 23	Новый жилой район	50	30	5	Асфальтобетон	100	30	Спаренное
26	Территории больниц и санаториев	23 – 7		60				200	25	
27	Жилые комнаты квартир	7 – 23	Район существующей застройки	800	80	40	Уклон 60 %	300	10	Тройное остекление
28	Жилые комнаты квартир	23 – 7		500	60	30		400	10	
29	Жилые комнаты в общежитиях	7 – 23	Новый жилой район	1000	120	20	Уклон 80 %	200	30	Спаренное
30	Жилые комнаты в общежитиях	23 – 7		500	140	10	Уклон 100 %	300	25	

Шаблон к практической работе № 3

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»
(ВлГУ)

ИМиАТ
Кафедра АТБиУК

Практическая работа № 3
«Оценка шумового фона транспортных потоков
в жилой застройке городов»
Вариант № ____

Выполнил:
ст. гр. ВСу-122
Сидоров М. М.
Проверил:
Толков А. В.

Владимир 20 ____

Цель работы: оценить уровень шума от транспортных потоков в жилой застройке городов.

Теоретическая часть

В городах имеются многочисленные источники шума, уровни и ареалы которых постоянно возрастают. Высокие уровни городских шумов мешают нормальному отдыху, трудовой деятельности людей и являются причиной многих заболеваний.

Источниками внешнего звука в городах являются:

- потоки всех видов наземного автомобильного и рельсового транспорта;
- авиационный транспорт в аэропортах и зонах воздушных подходов к аэродромам;
- площадки для погрузочно-разгрузочных работ объектов транспорта, предприятий торговли и других коммунально-бытовых учреждений обслуживания;
- промышленные предприятия, отдельные установки и агрегаты;
- открытые спортивные сооружения и игровые площадки;
- механизмы и установки, выполняющие работы по строительству, уборке и благоустройству городских территорий и др.

Разработка средств и методов шумозащиты, способствующих обеспечению нормативных уровней шума в проектах планировки и застройки городов, осуществляется на основе акустических расчетов уровней шума источников, ожидаемого шумового режима в характерных точках защищаемого объекта и оценки обеспеченности его акустическим комфортом.

Оценка соответствия шумового фона, создаваемого транспортными потоками в жилых застройках городов, нормативным уровням звука на защищенных от шума объектах рассчитывается по формуле

$$\gamma = L_{A_{\text{ЭКВ, доп}}} - L_{A_{\text{ЭКВ}}} + A_1 + A_2 + A_3 + A_4, \quad (1)$$

где $L_{A_{\text{ЭКВ, доп}}}$ – допустимый уровень звука для защищаемого объекта или территории, дБА;

$L_{A_{\text{ЭКВ}}}$ – эквивалентный уровень звука от транспортных потоков на улицах и дорогах городов, дБА;

A_1 – снижение шума в приземном воздушном пространстве $L_{A_{\text{ЭКВ}}}$ с учетом расстояния и типа поверхности земли, дБА;

A_2 – снижение шума на пути его распространения за счет экранирующих барьеров, дБА (не будем учитывать);

A_3 – снижение шума при наличии на пути его распространения защитных полос зеленых насаждений, дБА;

A_4 – снижение шума за счет звукоизоляции оконных проемов, дБА.

Положительное значение γ характеризует обеспеченность нормативного уровня звука (или условий акустического комфорта) в расчетной точке, а отрицательное – необходимое снижение уровня звука, достигаемое снижением шума в источнике $L_{A_{ЭКВ}}$ или повышение шумозащитных качеств средств, препятствующих распространению шума $A_1; A_2; A_3; A_4$.

План расчета

1. Определение допустимого эквивалентного уровня звука

$$L_{A_{ЭКВ, доп}} = L'_{A_{ЭКВ, доп}} + \Delta, \quad (2)$$

где $L'_{A_{ЭКВ, доп}}$ – допустимый уровень звука, дБА (табл. П5.1);

Δ – поправка к допустимому уровню звука, дБА (табл. П5.2).

Таблица П5.1. Нормы допустимых уровней звука

Район застройки, территории, помещения	Допустимый уровень звука $L_{A_{ЭКВ, доп}}$, дБА	
	7-23 ч	23-7 ч
Территории больниц и санаториев	45	35
Территории и зоны массового отдыха	50	–
Новый проектируемый жилой район города	55	45
Реконструируемый жилой район со сложившейся застройкой	60	50
Промышленные районы или зоны, включающие жилую застройку	65	55
Территории жилой застройки в двух метрах от зданий	55	45
Площадки отдыха в микрорайоне, сады, парки	45	–
Спортивные площадки	55	–
Спортивные залы	50	–
Стадионы	60	–
Палаты больниц, санаториев, операционные больницы	35	25
Жилые комнаты квартир	40	30
Жилые комнаты в общежитиях и гостиницах	45	35
Классы в школах	40	–
Конференц-залы, аудитории, кабинеты	40	–
Помещения управлений и конструкторских бюро в административных зданиях	50	–

Таблица П5.2. Поправки к допустимым уровням звука

Влияющий фактор	Условия	Поправка, дБА
Месторасположение объектов	Курортный район, места отдыха, туризма, зеленая зона города	-5
	Новый проектируемый жилой район	0
	Район существующей застройки	+5

2. Определение эквивалентного уровня звука от транспортных потоков

$$L_{A_{экв}} = L'_{A_{экв}} + \sum_{i=1}^n \Delta L_{A_{экв}i}, \quad (3)$$

где $L'_{A_{экв}}$ – действующий эквивалентный уровень звука, дБА;

$\sum_{i=1}^n \Delta L_{A_{экв}i}$ – сумма поправок к действующему эквивалентному уровню звука, дБА (табл. П5.3).

Действующий эквивалентный уровень звука определяется по формуле, дБА:

$$L'_{A_{экв}} = 10 \lg Q + 13,3 \lg V + 8,4 \lg r, \quad (4)$$

Таблица П5.3. Поправки к эквивалентному уровню звука транспортных потоков

Влияющий фактор	Поправка $\Delta L_{экв}i$, дБА
1. Продольный уклон проезжей части участка улицы или дороги, %	
20 и менее	0
40	+1
60	+2
80	+3
100	+4
2. Шероховатость поверхности дорожного покрытия проезжей части, мм	
0,3 – 1,1	+1
1,2 – 2,1	+2
2,2 – 4,5	+3
4,6 – 10	+4
3. Тип дорожного покрытия проезжей части	
Асфальтобетон	0
Бетон	+3
Брусчатка	+5

3. Определение снижения шума в приземном воздушном пространстве с учетом расстояния и типа поверхности земли

$$A_1 = A'_1 \cdot K_{\text{п}}, \quad (5)$$

где A_1 – относительное снижение шума, создаваемого транспортными потоками в воздушной среде на открытой ровной территории, определяется по графику, представленному на рисунке.

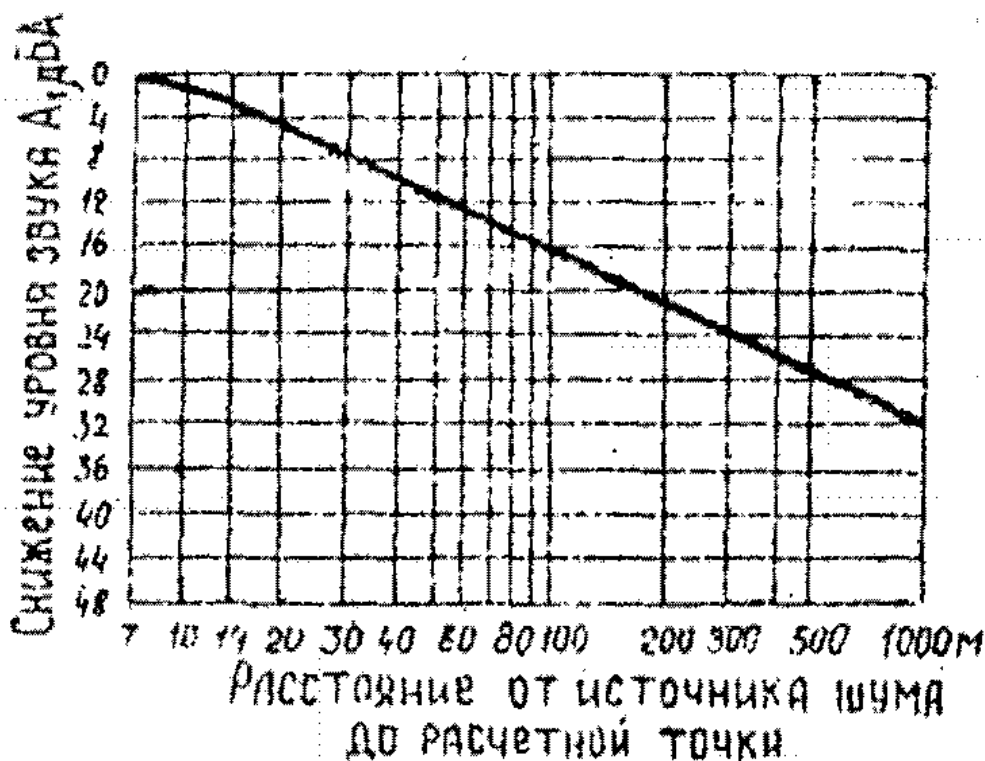


График для определения снижения уровня звука в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой

$K_{\text{п}}$ – коэффициент поглощения:

- для поверхности земли с кустарником и деревьями $K_{\text{п}} = 1,4 \dots 1,2$; с газоном $K_{\text{п}} = 1,1$;
- для разрыхленной земли $K_{\text{п}} = 1,0$;
- асфальта, льда, воды $K_{\text{п}} = 0,9 \dots 0,8$.

Не будет ошибкой, если в расчетах вы примите $K_{\text{п}} = 1,1$.

4. Определение снижения шума за счет полос зеленых насаждений.

Снижение шума при наличии на пути его распространения защитных полос зеленых насаждений (дБА) определяется по табл. П5.4.

Таблица П5.4. Снижение шума специальными полосами
зеленых насаждений A_3

Ширина полосы, м	Характеристика шумозащитной полосы	Снижение уровня шума за полосой зеленых насаждений A_3 , дБА
10	Однорядная при шахматной посадке деревьев внутри полосы	4 – 5
15	Четыре ряда хвойных деревьев: ели, лиственницы сибирской (в шахматной конструкции посадок) с кустарником в двухъярусной живой изгороди из дерна белого, клена татарского, акации желтой, жимолости татарской	8 – 10
20	Пять рядов лиственных деревьев: липы мелколиственной, тополя бальзамического, вяза обыкновенного, клена остролистного (в шахматной конструкции посадок) с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из спиреи клинолистной, жимолости татарской, боярышника сибирского	6 – 7
25	Шесть рядов лиственных деревьев: клена остролистного, вяза обыкновенного, липы мелколистной, тополя бальзамического (в шахматной конструкции посадок) с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из дерна белого, боярышника сибирского, клена татарского	7 – 8
30	Семь-восемь рядов лиственных деревьев: липы мелколистной, клена остролистного, тополя бальзамического, вяза обыкновенного (в шахматной конструкции посадок) с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из клена татарского, жимолости татарской, боярышника сибирского, дерна белого	8 – 9

5. Определение снижения шума за счет звукоизоляции оконных проемов.

Снижение шума за счет звукоизоляции оконных проемов A_4 , дБА, выполняется по табл. П5.5.

Таблица П5.5. Снижение шума различными типами оконных проемов A_4

Конструкция окна	Толщина, мм		Число рядов уплотняющих прокладок	Относительное снижение уровня звука окном A_4 , дБА
	стекла	воздушного промежутка между стеклами		
С открытой форточкой, узкой створкой или фрамугой	–	–	–	10
Спаренное по ГОСТ 11214-2003	3 и 3	55	1	24
	6 и 3	55	1	27
	6 и 4	55	2	28
Раздельное по ГОСТ 11214-2003	3 и 3	90	1	25
	3 и 3	90	2	27
	6 и 3	90	2	28
С тройным остеклением по ГОСТ 11214-2003	3, 3 и 3	55 и 45	3	32
	3, 3 и 3	55 и 105	3	33

Далее найденные слагаемые подставляют в формулу (1) и выполняют расчет γ .

Если $\gamma \geq 0$ дБА, то акустический комфорт обеспечивается.

Если $\gamma < 0$ дБА (отрицательное число), то акустический комфорт не обеспечивается.

Практическая часть

Исходные данные:

Тип застройки, территории, помещения:

Время суток:

Месторасположение объектов:

Интенсивность движения транспортного потока Q , ед/ч:

Средневзвешенная скорость движения транспортного потока V , км/ч:

Состав транспортного потока (доля грузовых и общественных транспортных средств от общего числа транспортных средств в потоке) ρ , %:

Состояние дорожного покрытия:

Расстояние от источника шума до расчетной точки L , м:

Ширина полосы зеленых насаждений, м:

Конструкция окон:

Расчет

1. Определение допустимого эквивалентного уровня звука

$$L'_{A_{\text{ЭКВ.ДОП}}} = \text{дБА},$$

$$\Delta = \text{дБА},$$

$$L_{A_{\text{ЭКВ.ДОП}}} = L'_{A_{\text{ЭКВ.ДОП}}} + \Delta = + = \text{дБА}.$$

2. Определение эквивалентного уровня звука от транспортных потоков

$$L'_{A_{\text{ЭКВ}}} = 10 \lg Q + 13,3 \lg V + 8,4 \lg \rho = + + = \text{дБА},$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta L_{A_{\text{ЭКВ}i}} = \text{дБА},$$

$$L_{A_{\text{ЭКВ}}} = L'_{A_{\text{ЭКВ}}} + \sum_{i=1}^n \Delta L_{A_{\text{ЭКВ}i}} = + = \text{дБА}.$$

3. Определение снижения шума в приземном воздушном пространстве с учетом расстояния и типа поверхности земли

$$A'_1 = \text{дБА},$$

$$K_{\text{П}} = ,$$

$$A_1 = A'_1 \cdot K_{\text{П}} = \text{дБА}.$$

4. Определение снижения шума за счет полос зеленых насаждений $A_3 = \text{дБА}$.

5. Определение снижения шума за счет звукоизоляции оконных проемов $A_4 = \text{дБА}$.

6. Оценка соответствия шумового фона, создаваемого транспортными потоками в жилых застройках городов, нормативным уровням звука

$$\gamma = L_{\text{АЭКВ,доп}} - L_{\text{АЭКВ}} + A_1 + A_3 + A_4 = - + + + = \text{дБА}.$$

Вывод. Акустический комфорт обеспечен (или не обеспечен).

Учебное электронное издание

ТОЛКОВ Алексей Владимирович

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебно-практическое пособие для студентов гуманитарных
и юридических направлений подготовки

Редактор А. П. Володина

Технический редактор Ш. Ш. Амирсейидов

Компьютерная верстка Д. В. Лавровой

Корректор Н. В. Пустовойтова

Выпускающий редактор А. А. Амирсейидова

Системные требования: Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/7/8/10; Adobe Reader;
дисковод CD-ROM.

Тираж 9 экз.

Издательство Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.