

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Охрана труда»

С. Н. ШАТИЛО, С. В. ДОРОШКО, В. В. КАРПЕНКО

# ОХРАНА ТРУДА

*Одобрено методической комиссией заочного факультета  
в качестве учебно-методического пособия  
по выполнению контрольной работы*

Гомель 2014

УДК 658.345 (075.8)  
ББК 65.247  
Ш69

Р е ц е н з е н т – канд. экон. наук, профессор кафедры «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» **В. Г. Гизатуллина** (УО «БелГУТ»)

### **Шатило, С. Н.**

Ш69 Охрана труда : учеб.-метод. пособие / С. Н. Шатило, С. В. Дорошко, В. В. Карпенко ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 83 с.  
ISBN 978-985-554-294-1

Приводятся рекомендации для самостоятельного изучения курса «Охрана труда», содержание учебной дисциплины, литература, задания для выполнения контрольной работы и примеры решения задач.

Предназначено для студентов экономических специальностей заочного факультета.

**УДК 658.345 (075.8)**  
**ББК 65.247**

**ISBN 978-985-554-294-1**

© Шатило С. Н., Дорошко С. В., Карпенко В. В., 2014  
© Оформление. УО «БелГУТ», 2014

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Охрана труда – система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационные, технические, психофизиологические, санитарно-гигиенические и лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

Охрана труда играет особую роль в организации производства, так как условия труда в транспортном комплексе во многом определяют экономические показатели работы транспорта, престижность специальностей, психологический климат в коллективах, текучесть кадров и трудовую дисциплину на производстве. На пути постоянного совершенствования и внедрения прогрессивных, энергосберегающих технологий, новых образцов высокопроизводительной техники на предприятиях транспортного комплекса особо важно уделять большое внимание безопасности производственного процесса и особенно сохранению здоровья работающих.

Учебная дисциплина «Охрана труда» включает подготовку будущих специалистов инженерно-экономических специальностей в области безопасности жизнедеятельности. Подготовка будущих специалистов по курсу «Охрана труда» является неотъемлемой частью их общей подготовки.

Учебный план дисциплины «Охрана труда» предусматривает изучение потенциальных опасностей при организации транспортных перевозок и выполнении погрузочно-выгрузочных работ; при эксплуатации, ремонте подвижного состава и производственного оборудования, причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний и их анализ; разработку профилактических мероприятий и технических устройств, обеспечения безопасных и безвредных условий труда, а также изучение причин

возникновения взрывов и пожаров на объектах и подвижном составе транспортного комплекса, разработку мер по их предупреждению.

Дисциплина «Охрана труда» рассматривает основные вопросы, связанные с созданием здоровых, безопасных и высокопроизводительных условий труда. При этом особое внимание уделяется социально-экономическим аспектам решения вопросов обеспечения здоровых и безопасных условий труда.

Пособие составлено на основании образовательного стандарта, учебной программы по дисциплине, с учетом действующего законодательства в Республике Беларусь по охране труда.

Для изучения курса «Охрана труда» необходимы: данное пособие, учебная литература, нормативные правовые акты и технические нормативно-правовые акты в области охраны труда.

Учебный процесс предусматривает:

- посещение обзорных лекций в период установочной и экзаменационной сессий;
- самостоятельное изучение рекомендуемой литературы по программе курса «Охрана труда»;
- выполнение и защиту контрольной работы;
- выполнение практических работ;
- сдачу экзамена в объеме программы курса.

Учебным планом предусмотрены консультации студентов заочной формы обучения преподавателями кафедры в течение учебного семестра и в период сессий.

При изучении учебного материала самостоятельно рекомендуется вести конспект, а также ознакомиться с организацией работы по охране труда на производстве и реализацией практических мер по обеспечению безопасности труда, с Системой управления охраной труда. Это позволит систематизировать полученные знания, выполнить контрольную работу и подготовиться к сдаче экзамена.

Контрольная работа по дисциплине «Охрана труда» выполняется в период экзаменационной сессии на практических занятиях. Выполненная и оформленная контрольная работа проверяется преподавателем и после проверки студент защищает ее.

Изучение курса «Охрана труда» в университете завершается разработкой вопросов охраны труда в дипломном проекте.

Полученные знания при изучении учебной дисциплины «Охрана труда» позволят на высоком уровне решать реальные производственные задачи по обеспечению безопасности труда.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ И РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

В соответствии с действующим законодательством «Охрана труда» включает:

- правовое и организационное обеспечение;
- производственную безопасность;
- производственную санитарию и гигиену труда;
- пожарную безопасность.

Учебная программа по дисциплине «Охрана труда» ставит целью обеспечить подготовку специалистов по следующим основным направлениям:

- организация работы по охране труда на предприятиях и организациях;
- планирование и финансирование мероприятий по охране труда;
- анализ и оценка условий труда на рабочих местах, причин производственного травматизма и профзаболеваний и определение экономических потерь от них;

- принципы и методы создания безопасных и здоровых условий, обоснование и выбор инженерных решений, современных средств защиты, анализ их эффективности;

- основные причины пожаров и взрывов, требования пожарной профилактики и меры по предупреждению пожаров и взрывов;

- оказание квалифицированной доврачебной помощи пострадавшим при несчастных случаях и повреждениях организма.

В соответствии с требованиями к знаниям и умениям, которыми должны обладать будущие специалисты, основными задачами изучения дисциплины «Охрана труда» являются:

- теоретическая подготовка в области организации и экономической оценки работ по вопросам охраны труда;

- отработка практических навыков исследований условий и безопасности труда, а также разработка мероприятий по охране труда.

Основными разделами дисциплины «Охрана труда» являются:

- правовые, организационные и социально-экономические вопросы охраны труда;

- основы производственной санитарии и гигиены труда;

- защита от электрического тока и электромагнитных излучений;

- производственная безопасность на объектах промышленности, транспорта, в организациях Республики Беларусь;

- пожарная безопасность.

При изучении дисциплины студенты должны получить теоретические знания и практические навыки по решению вопросов по безопасной организации технологических процессов, выполнению погрузочно-выгрузочных и

других работ на объектах транспорта, эксплуатации подвижного состава и технологического оборудования. При этом должны быть изучены:

- социальные и экономические последствия воздействия опасного или вредного фактора;
- его физическая природа и характеристики;
- воздействие на организм человека;
- гигиеническое и техническое нормирование;
- измерение и контроль уровня опасных и вредных производственных факторов;
- теоретические основы защиты, объективные средства защиты;
- учет, анализ и предупреждение травматизма и профзаболеваний.

Данная программа определяет темы учебной дисциплины. Содержание учебной программы и рекомендуемая литература для самостоятельного изучения приведены ниже.

## **Раздел 1 Введение. Правовые, организационные и социально-экономические вопросы охраны труда**

### *1.1 Основные положения законодательства об охране труда*

Основные определения. Цели, задачи и содержание курса «Охрана труда». Научно-технический прогресс и охрана труда. Возрастающее значение работы по улучшению условий труда. Социально-экономические аспекты охраны труда. Основные направления государственной политики в области охраны труда. Роль и задачи государства в улучшении условий труда. Концепция государственного управления охраной труда в Республике Беларусь. Право работников на охрану труда. Состояние охраны труда на предприятиях и в организациях Республики Беларусь.

Законодательство Республики Беларусь об охране труда. Обязанности нанимателя и работников по охране труда. Организация работы по охране труда. Обязательные медицинские осмотры работников некоторых категорий. Надзор и контроль по охране труда. Государственный надзор, ведомственный и общественный контроль. Правила контроля за соблюдением законодательства об охране труда в организациях Республики Беларусь. Производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах, осуществляемый эксплуатирующими их организациями. Ответственность за нарушение законодательства по охране труда. Возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью работника, связанного с исполнением им трудовых обязанностей. Охрана труда женщин, молодежи и отдельных категорий работников. Предельные нормы подъема и перемещения тяжести женщинами и несовершеннолетними вручную.

*Рекомендуемая литература:* [3, 16, 17, 19, 31, 36, 37, 38].

## *1.2 Организация управления охраной труда*

Система управления охраной труда, ее функции и задачи. СТБ 18001–2009. Анализ основных элементов «Системы управления охраны труда». Служба охраны труда, организация, ее задачи, функции и права.

Планирование, финансирование и разработка мероприятий по охране труда. Нормативное обеспечение охраны труда. Изложение государственных нормативных требований охраны труда в проектной и нормативной документации. Нормативные правовые и технические нормативные правовые акты охраны труда. Система стандартов безопасности труда и ее роль в создании здоровых и безопасных условий труда. Правила и инструкции по охране труда. Порядок разработки, согласования и утверждения инструкций по охране труда.

Организация обучения безопасным методам и приемам работы, проведения инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда, профессиональный отбор.

*Рекомендуемая литература:* [3, 16, 17, 31, 32, 36, 37, 38].

## *1.3 Условия труда и их оценка.*

### *Травматизм и профессиональные заболевания*

Классификация опасных и вредных производственных факторов. Факторы, определяющие повышенную опасность труда в отраслях народного хозяйства Республики Беларусь. Современные методы исследования условий труда и область их применения.

Понятие о травмах и профессиональных заболеваниях. Классификация несчастных случаев по видам травм, тяжести и по отношению к производству. Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Особенности расследования и учета несчастных случаев и профессиональных заболеваний в отдельных отраслях. Основные статистические показатели производственного травматизма: коэффициент частоты, тяжести, средней тяжести. Современные методы изучения причин производственного травматизма. Профилактика травматизма.

Классификация, структура и анализ затрат, связанных с вопросами охраны труда. Их влияние на себестоимость продукции, стоимость работ и услуг. Современные методы определения экономической эффективности мероприятий по улучшению условий труда и повышению уровня безопасности за счет повышения работоспособности и роста производительности труда; сокращения потерь рабочего времени; снижения заболеваемости и производственного травматизма; сокращения текучести кадров. Определение экономического ущерба от производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Прогнозирование производственного травматизма. Профилактика и предупреждение производственного травматизма.

Современная классификация условий труда. Комплексная количественная оценка условий труда. Оценка организационно-технического уровня рабочих мест. Аттестация рабочих мест по условиям труда: цели, методика и порядок проведения. Определение компенсаций за работу в опасных и вредных условиях.

Средства защиты от опасных и вредных производственных факторов, их назначение и классификация. Средства коллективной и индивидуальной защиты. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами. Типовые нормы и порядок обеспечения работников.

Объективные средства защиты: оградительные устройства, блокировки, предохранительные устройства. Устройства контроля. Сигнальные цвета и знаки безопасности.

*Рекомендуемая литература:* [1, 3, 5, 14, 18, 26, 31, 38].

## **Раздел 2 Основы производственной санитарии и гигиены труда**

### *2.1 Микроклимат и чистота воздушной среды*

Санитарно-бытовое обеспечение работников. Оборудование санитарно-бытовых помещений и их размещение. Санитарные правила и нормы содержания и эксплуатация предприятий и организаций Республики Беларусь.

Понятие о рабочей зоне. Метеорологические условия. Понятие об энергозатратах и категориях тяжести труда. Терморегуляция организма. Влияние метеорологических факторов и температуры поверхностей ограждений оборудования на терморегуляцию. Нормирование метеорологических условий.

Классификация вредных веществ, действие на организм. Факторы, определяющие степень воздействия вредных веществ на организм человека. Нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Современные методы исследования и оценки чистоты воздушной среды. Методы и средства обеспечения нормируемых параметров воздушной среды.

Назначение и классификация систем вентиляции. Принципы действия вентиляции. Требования к вентиляции. Естественная и механическая вентиляция. Вытяжная и приточная вентиляция, местная вентиляция. Определение требуемого воздухообмена. Очистка воздуха в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Подогрев воздуха в системах вентиляции и кондиционирования. Вентиляционное оборудование. Эксплуатация систем вентиляции и кондиционирования. Испытание и паспортизация вентиляционных и газопылеулавливающих установок.

Кондиционирование воздуха. Отопление. Классификация и сравнительная санитарно-гигиеническая и экономическая оценка различных систем отопления. Воздушно-тепловые завесы.

*Рекомендуемая литература:* [3, 7, 10, 15, 16, 17, 20, 30, 31, 38].

## *2.2 Производственное освещение*

Производственное освещение как фактор безопасности. Роль освещения в создании здоровых и безопасных условий труда. Основные светотехнические понятия, величины, единицы. Классификация производственного освещения. Системы и виды освещения. Требования к производственному освещению. Нормирование производственного освещения. Отраслевые нормы освещения. Исследование основных количественных и качественных показателей освещения. Основные типы и характеристики современных источников света и осветительных приборов. Их сравнительная санитарно-гигиеническая и экономическая оценка. Основы расчета систем освещения. Освещение открытых территорий. Эксплуатация и обслуживание осветительных установок, повышение экономичности их эксплуатации. Освещение взрыво- и пожароопасных объектов.

Естественное освещение, принципы нормирования и расчета.

*Рекомендуемая литература:* [6, 8, 11, 16, 17, 20, 33, 38, 41].

## *2.3 Защита от шума и вибрации*

Анализ современного состояния проблемы защиты от шума и вибрации. Причины возникновения и источники повышенных уровней вибрации и шума. Физико-гигиенические характеристики и классификация вибрации. Действие вибраций на человека и их нормирование. Исследование основных параметров вибрации. Основные направления и методы борьбы с вибрацией.

Физико-гигиенические характеристики и классификация шума. Уровни звукового давления и интенсивности. Спектральный анализ шума. Действие шума на организм человека и его нормирование. Измерение шумовых характеристик производственного оборудования и параметров шума. Современные методы защиты от шума: в источниках его возникновения, звукоизоляция, звукопоглощение, защитные экраны и кожухи, глушители шума. Средства индивидуальной защиты от шума. Экономическая эффективность мероприятий по снижению уровней шума и вибрации.

Защита от инфра- и ультразвука.

*Рекомендуемая литература:* [2, 3, 4, 12, 13, 16, 17, 20, 31, 34, 38].

## **Раздел 3 Защита от электрического тока и электромагнитных излучений**

### *3.1 Защита от поражения электрическим током*

Действие электрического тока на организм человека. Факторы, влияющие на степень поражения электрическим током. Опасность прикосновения к токоведущим частям в различных электрических сетях. Понятия о напряжениях прикосновения и шага, защита от них.

Правила устройства электроустановок, Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Межотраслевые правила по охране труда при работе в электроустановках. Организационные и технические мероприятия по предупреждению поражения электрическим током. Требования к персоналу, обслуживающему электроустановки. Классификация производственных помещений, объектов и работ по степени опасности поражения электрическим током.

Технические средства защиты от поражения электрическим током, их назначение, устройство, области применения и общая характеристика.

*Рекомендуемая литература:* [3, 8, 16, 17, 20, 27, 28, 31, 38].

### *3.2 Защита от электромагнитных излучений, статического и атмосферного электричества*

Статическое и атмосферное электричество, наведенные напряжения и защита от них. Электромагнитные излучения: источники возникновения, действие на организм, нормирование и защита.

Электрозщитные средства и средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током. Порядок их выдачи работникам и эксплуатация. Оказание первой помощи пострадавшим от электрического тока.

*Рекомендуемая литература:* [3, 16, 17, 20, 31, 38].

## **Раздел 4 Производственная безопасность на объектах промышленности, транспорта, в организациях**

### *4.1 Обеспечение безопасности производственных процессов на объектах промышленности и транспорта.*

#### *Санитарные нормы и правила содержания и эксплуатации предприятий*

Обеспечение безопасной эксплуатации территорий организаций, зданий и сооружений. Опасные зоны на промышленных объектах. Общие требования безопасности при нахождении на территории промышленных и транспортных объектов, требования безопасности к производственным процессам. Сигнальные цвета и знаки безопасности. Обеспечение безопасности в зонах выполнения работ с повышенной опасностью. Особенности эксплуатации и обеспечение безопасности объектов повышенной опасности, подконтрольных органам специализированного государственного надзора.

*Рекомендуемая литература:* [2, 3, 8, 16, 17, 20, 31, 36, 38].

### *4.2 Организация рабочих мест на объектах специальности*

Основные направления изучения трудовой деятельности. Психофизиологические основы работоспособности. Работоспособность и безопасность труда.

Производительность труда как показатель работоспособности. Функциональное состояние организма человека как показатель работоспособности. Пути повышения уровня работоспособности. Режимы труда и отдыха. Влияние монотонности труда и психологических факторов на работоспособность и безопасность труда. Эргономические факторы и их влияние на работоспособность и здоровье. Требования эргономики к организации рабочих мест экономистов. Анализ условий труда при применении ПЭВМ. Обеспечение безопасных и здоровых условий труда при применении ПЭВМ.

*Рекомендуемая литература:* [3, 16, 17, 18, 20, 31, 36, 38].

## **Раздел 5 Пожарная безопасность**

### *5.1 Основные показатели взрывопожароопасности объектов*

Горение веществ и взрывы. Основы теории горения.

Показатели пожаровзрывоопасности газо-, паро- и пылевоздушных смесей.

Причины пожаров и взрывов.

Система противопожарного нормирования. Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Пожарная безопасность зданий и сооружений. Горючесть строительных материалов и конструкций. Огнестойкость зданий и сооружений. Современные способы повышения огнестойкости. Классификация зданий и помещений по функциональной пожарной опасности.

*Рекомендуемая литература:* [2, 3, 9, 16, 17, 20, 22, 31, 35, 36, 38, 40].

### *5.2 Требования пожарной профилактики при проектировании и эксплуатации производственных объектов*

Экономическая эффективность принимаемых решений по обеспечению пожарной безопасности. Требования пожарной профилактики при проектировании и эксплуатации производственных объектов. Эвакуация людей и материальных ценностей при пожарах. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для промышленных предприятий. Правила пожарной безопасности и техники безопасности при проведении огневых работ на предприятиях Республики Беларусь.

Современные методы и средства обнаружения, локализации и тушения пожаров. Технические средства противопожарной защиты. Первичные средства пожаротушения: их назначение, область применения, эффективность, нормы обеспечения объектов. Пожарная сигнализация и связь. Автоматические огнегасительные установки. Организация пожарной охраны.

*Рекомендуемая литература:* [2, 3, 9, 16, 17, 20, 23, 24, 31, 38, 40].

## **ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОХРАНА ТРУДА»**

Перечень контрольных вопросов составлен с учетом учебной программы, охватывает все ее разделы и темы и может быть использован студентами заочной формы обучения при подготовке к защите контрольной работы и сдаче экзамена по учебной дисциплине.

### **Раздел 1 Правовые, организационные и экономические вопросы охраны труда**

#### *Тема 1 Основные положения законодательства об охране труда*

- 1 Концепция государственного управления охраной труда в Республике Беларусь. Права работников на охрану труда.
- 2 Законодательство Республики Беларусь об охране труда.
- 3 Обязательные медицинские осмотры работников некоторых категорий.
- 4 Надзор и контроль по охране труда. Государственный надзор, ведомственный и общественный контроль.
- 5 Ответственность за нарушение законодательства по охране труда. Возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью работника, связанного с исполнением им трудовых обязанностей.
- 6 Охрана труда женщин, молодежи и отдельных категорий работников. Предельные нормы подъема и перемещения тяжести вручную женщинами и подростками.

#### *Тема 2 Организация управления охраной труда*

- 7 Система управления охраной труда, ее функции и задачи. Анализ основных элементов Системы управления охраны труда.
- 8 Планирование, финансирование и разработка мероприятий по охране труда.
- 9 Нормативное обеспечение охраны труда.
- 10 Правила и инструкции по охране труда. Порядок разработки, согласования и утверждения инструкций по охране труда.

#### *Тема 3 Условия труда и их оценка. Травматизм и профессиональные заболевания*

- 11 Классификация опасных и вредных производственных факторов.
- 12 Современные методы исследования условий труда и область их применения.
- 13 Понятие о травмах и профессиональных заболеваниях. Классификация несчастных случаев по видам травм, тяжести и по отношению к производству.
- 14 Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

15 Основные статистические показатели производственного травматизма: коэффициент частоты, тяжести, средней тяжести.

16 Профилактика и предупреждение производственного травматизма.

17 Организация обучения безопасным методам и приемам работы, проведения инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда, профессиональный отбор.

18 Современная классификация условий труда. Комплексная количественная оценка условий труда.

19 Аттестация рабочих мест по условиям труда: цели, методика и порядок проведения.

20 Определение компенсаций за работу в опасных и вредных условиях.

21 Средства защиты от опасных и вредных производственных факторов, их назначение и классификация.

22 Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами. Типовые нормы и порядок обеспечения работников.

## **Раздел 2 Основы производственной санитарии и гигиены труда**

### *Тема 4 Микроклимат и частота воздушной среды*

23 Санитарно-бытовое обеспечение работников.

24 Метеорологические условия. Терморегуляция организма. Влияние метеорологических факторов и температуры поверхностей ограждений оборудования на терморегуляцию.

25 Нормирование метеорологических условий.

26 Классификация вредных веществ, действие на организм.

27 Нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

28 Современные методы исследования и оценки чистоты воздушной среды.

29 Назначение и классификация систем вентиляции. Требования к вентиляции.

30 Кондиционирование воздуха.

31 Отопление. Классификация и сравнительная санитарно-гигиеническая и экономическая оценка различных систем отопления.

### *Тема 5 Производственное освещение*

32 Производственное освещение как фактор безопасности. Роль освещения в создании здоровых и безопасных условий труда.

33 Классификация производственного освещения и требования к производственному освещению.

34 Нормирование и оценка производственного освещения.

35 Основные типы и характеристики современных источников света и осветительных приборов. Их сравнительная санитарно-гигиеническая и экономическая оценка.

36 Основы расчета систем освещения.

### *Тема 6 Защита от шума и вибрации*

- 37 Действие вибраций на человека и их нормирование.
- 38 Физико-гигиенические характеристики и классификация вибрации.
- 39 Исследование основных параметров вибрации.
- 40 Основные направления и методы борьбы с вибрацией.
- 41 Действие шума на организм человека и его нормирование.
- 42 Физико-гигиенические характеристики и классификация шума.
- 43 Измерение шумовых характеристик производственного оборудования и параметров шума.
- 44 Современные методы защиты от шума: в источниках его возникновения, звукоизоляция, звукопоглощение, защитные экраны и кожухи, глушители шума.

## **Раздел 3 Защита от электрического тока и электромагнитных излучений**

### *Тема 7 Защита от поражения электрическим током*

- 45 Действие электрического тока на организм человека.
- 46 Факторы, влияющие на степень поражения электрическим током.
- 47 Опасность прикосновения к токоведущим частям в различных электрических сетях. Понятия о напряжениях прикосновения и шага, защита от них.
- 48 Организационные и технические мероприятия по предупреждению поражения электрическим током.
- 49 Классификация производственных помещений, объектов и работ по степени опасности поражения электрическим током.
- 50 Технические средства защиты от поражения электрическим током, их назначение, устройство, области применения и общая характеристика.

### *Тема 8 Защита от электромагнитных излучений, статического и атмосферного электричества*

- 51 Статическое и атмосферное электричество, наведенные напряжения и защита от них.
- 52 Электромагнитные излучения: источники возникновения, действие на организм, нормирование и защита.
- 53 Оказание первой помощи пострадавшим от электрического тока.

## **Раздел 4 Производственная безопасность на объектах промышленности, транспорта, в организациях Республики Беларусь**

### *Тема 9 Обеспечение безопасности производственных процессов. Санитарные нормы и правила содержания и эксплуатации предприятий и организаций*

- 54 Обеспечение безопасной эксплуатации территорий организаций, зданий и сооружений.

55 Общие требования безопасности при нахождении на территории промышленных и транспортных объектов, требования безопасности к производственным процессам.

56 Обеспечение безопасности в зонах выполнения работ с повышенной опасностью.

#### *Тема 10 Организация рабочих мест на объектах специальности*

57 Эргономические факторы и их влияние на работоспособность и здоровье.

58 Требования эргономики к организации рабочих мест экономистов.

59 Анализ условий труда при применении ПЭВМ.

60 Обеспечение безопасных и здоровых условий труда при применении ПЭВМ.

### **Раздел 5 Пожарная безопасность**

#### *Тема 11 Основные показатели взрывопожароопасности объектов*

61 Горение веществ и взрывы. Показатели пожаровзрывоопасности газо-, паро- и пылевоздушных смесей.

62 Система противопожарного нормирования. Правила и нормы пожарной безопасности Республики Беларусь.

63 Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

64 Пожарная безопасность зданий и сооружений.

65 Огнестойкость зданий и сооружений. Современные способы повышения огнестойкости.

66 Классификация зданий и помещений по функциональной пожарной опасности.

#### *Тема 12 Требования пожарной профилактики при проектировании и эксплуатации производственных объектов.*

##### *Организация пожарной охраны*

67 Требования пожарной профилактики при проектировании и эксплуатации производственных объектов.

68 Эвакуация людей и материальных ценностей при пожарах.

69 Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для промышленных предприятий.

70 Правила пожарной безопасности и техники безопасности при проведении огневых работ на предприятиях Республики Беларусь.

71 Современные методы и средства обнаружения, локализации и тушения пожаров.

72 Первичные средства пожаротушения: их назначение, область применения, эффективность, нормы обеспечения объектов.

73 Пожарная сигнализация и связь.

74 Автоматические огнегасительные установки.

75 Организация пожарной охраны на предприятиях и в организациях Республики Беларусь.

## **ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ**

Цель выполнения контрольной работы – закрепление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины.

При выполнении контрольной работы студенты заочной формы обучения более глубоко прорабатывают вопросы в соответствии с индивидуальным заданием.

При выполнении контрольной работы необходимо в письменной форме решить две инженерные задачи в соответствии с индивидуальным заданием, выдаваемым преподавателем на практическом занятии.

### **ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ**

**Пример 1.** Определить согласно требованиям норм проектирования расчетное и необходимое время эвакуации людей из помещений производственного здания.

*Исходные данные:*

- категория производства – Б;
- объем помещения – 10 тыс. м<sup>3</sup>;
- число людей на первом участке – 75 чел.;
- длина участка:
  - первого  $l_1 = 40$  м;
  - второго  $l_2 = 30$  м;
  - третьего  $l_3 = 25$  м;
- ширина участка:
  - первого  $\delta_1 = 3,6$  м;
  - второго  $\delta_2 = 2,6$  м;
  - третьего  $\delta_3 = 1,8$  м.

**Р е ш е н и е.** 1 По исходным данным строим расчетную схему эвакуации (рисунок 1).

2 Среднюю площадь горизонтальной проекции взрослого человека в зимней одежде принимаем равной  $0,125$  м<sup>2</sup>.

3 Ширину дверного проема принимаем 1,6 м.

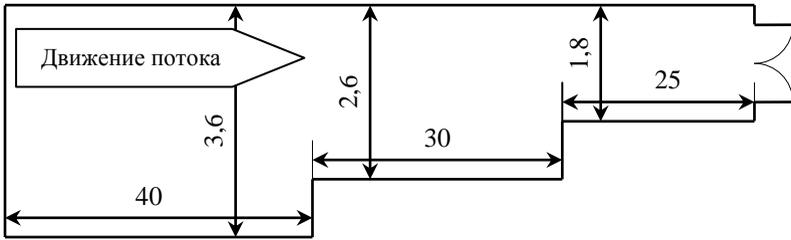


Рисунок 1 – Расчетная схема эвакуации

4 Определяем:

а) плотность людского потока на первом участке по формуле

$$D_1 = N_{1f} / (l_1 \delta_1).$$

Подставив значения, получим

$$D_1 = 75 \cdot 0,125 / (40 \cdot 3,6) = 0,065 \approx 0,07 \text{ м}^2/\text{м}^2;$$

б) интерполируя значения таблицы XVII.1 [8], устанавливаем скорость движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке  $v_1 = 92$  м/мин, а интенсивность движения людского потока  $q_1 = 6,2$  м/мин;

в) рассчитываем время движения людского потока на первом участке

$$t_1 = l_1 / v_1 = 40 / 92 = 0,43 \text{ мин};$$

г) интенсивность движения людского потока  $q$  на втором и третьем участках пути

$$q_i = q_{i-1} \delta_{i-1} / \delta_i.$$

Подставим числовые значения:

$$q_2 = 6,2 \cdot 3,6 / 2,6 = 8,58 \approx 8,6 \text{ м/мин};$$

$$q_3 = 8,6 \cdot 2,6 / 1,8 = 12,42 \approx 12,4 \text{ м/мин}.$$

Соответственно скорости движения на этих участках по данным таблицы XVII.1 [8]:  $v_2 = 77$  м/мин,  $v_3 = 58$  м/мин.

Время движения:

$$t_2 = l_2 / v_2 = 30 / 77 = 0,39 \text{ мин};$$

$$t_3 = l_3 / v_3 = 25 / 12,4 = 2,02 \text{ мин};$$

д) расчетное время эвакуации людей рассчитывается как сумма времени движения по последовательным участкам и времени прохода дверного проема:

$$t_{\text{расч}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_{\text{дв.пр}}.$$

Согласно нормам проектирования при толщине стены менее 0,7 м длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Тогда  $t_{\text{дв.пр}} = 0$ . Следовательно,

$$t_{\text{расч}} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,43 + 0,39 + 2,02 + 0 = 2,84 \text{ мин};$$

е) необходимое время эвакуации людей  $t_{\text{нб}}$  устанавливаем по таблице XVII.3 [8] в зависимости от степени огнестойкости, категории производства по взрывопожароопасности и объема помещений, которое для заданных условий  $t_{\text{нб}} = 0,5$  мин.

5 Расчетное время эвакуации людей из производственных помещений здания  $t_{\text{расч}} = 2,84$  мин, т.е.  $t_{\text{расч}} > t_{\text{нб}}$ .

Условие безопасности не выполняется, следовательно, требуется изменить схему эвакуации. Например, предусмотреть два эвакуационных выхода или уменьшить длины участков эвакуации.

**Пример 2.** Определить возможный рост производительности труда после внедрения комплекса мероприятий по улучшению условий труда на предприятии. Исходные данные приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Исходные данные

Показатель условий труда	Индекс отклонения на рабочих местах, $a_i$			
	I	II	III	IV
Температура воздуха в помещении, °С	0,9	0,93	0,82	0,95
Уровень шума, дБ	0,94	0,84	0,88	0,92
Освещенность, лк	0,9	0,91	0,85	0,85
Уровень виброскорости, дБ	0,95	0,96	0,87	0,92
Коэффициент организации труда на предприятии $K_{\text{от}}$	0,72			
Коэффициент условий труда после внедрения мероприятий по улучшению условий труда $K_{\text{ут}}^{\text{нп}}$	0,94			

**Р е ш е н и е.** 1 Определим фактический коэффициент условий труда на предприятии

$$K_{\text{ут}}^{\text{ф}} = \frac{\sum K_{\text{ут}i}}{N},$$

где  $K_{\text{ут}i}$  – коэффициент условий труда по  $i$ -му фактору,

$$K_{\text{ут}i} = \frac{\sum_{j=1}^m a_j n_j}{\sum_{j=1}^m n_j},$$

$N$  – количество факторов, по которым изучалось состояние условий труда;

$a_j$  – индекс отклонения фактических условий труда от нормативных по  $j$ -му фактору;

$n_j$  – число рабочих мест, на которых изучалось состояние условий труда по  $j$ -му фактору.

По данным таблицы 1 рассчитаем коэффициенты условий труда по соответствующим факторам:

$$\text{температуры воздуха } K_{\text{ут}}^{\text{т}} = \frac{0,9 + 0,94 + 0,9 + 0,95}{4} = 0,92;$$

$$\text{уровня шума } K_{\text{ут}}^{\text{ш}} = \frac{0,93 + 0,84 + 0,91 + 0,96}{4} = 0,91;$$

$$\text{освещенности } K_{\text{ут}}^{\text{о}} = \frac{0,82 + 0,88 + 0,85 + 0,87}{4} = 0,86;$$

$$\text{виброскорости } K_{\text{ут}} = \frac{0,95 + 0,92 + 0,85 + 0,92}{4} = 0,91;$$

По рассчитанным частным показателям определим фактический коэффициент условий труда

$$K_{\text{ут}}^{\text{т}} = \frac{0,92 + 0,91 + 0,86 + 0,91}{4} = 0,9.$$

2 Для заданных условий рассчитаем возможный рост производительности труда после внедрения комплекса мероприятий по улучшению условий труда на предприятии по формуле

$$\Delta\Pi_{\text{т}} = \frac{K_{\text{ут}}^{\text{нр}} - K_{\text{ут}}^{\text{ф}}}{K_{\text{от}}} \cdot 100\%.$$

Подставим данные

$$\Delta\Pi_{\text{т}} = \frac{0,94 - 0,9}{0,72} \cdot 100\% = 5,6\%.$$

3 Фактический коэффициент условий труда на предприятии составил 0,9, при этом прогнозируемый рост производительности труда после внедрения комплекса мероприятий по улучшению условий труда на предприятии составил 5,6 %.

**Пример 3.** С целью снижения уровней шума, создаваемого производственным оборудованием, ограждающие конструкции помещения облицованы звукопоглощающими конструкциями. Необходимо выполнить расчет акустической эффективности такой облицовки и величину снижения уровней шума в помещении.

Характеристика строительных конструкций производственного помещения:

- пол – бетонный;

- потолок – из сосновых досок;
- стены – кирпичные, оштукатуренные и окрашенные клеевой краской.

Высота помещения – 3,5 м.

Для снижения уровней шума нижняя половина поверхностей стен облицовывается древесно-волоконистыми плитами, а верхняя половина стен и потолок – акустическими плитами с наполнителем.

**Р е ш е н и е. 1** Решение выполним в табличной форме. Определяем коэффициенты звукопоглощения  $\alpha$  для среднегеометрических частот октавных полос (приложение Е) и заносим полученные данные в таблицу 2.

**Т а б л и ц а 2 – Характеристики ограждающих конструкций помещения**

Конструкция и материал	Площадь $S, \text{ м}^2$	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>Коэффициент звукопоглощения <math>\alpha</math></b>										
Пол бетонный	180	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Потолок из сосновых досок	180	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08	0,07	0,10
Стены кирпичные, оштукатуренные и окрашенные	144	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
Окна	44	0,35	0,35	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	0,03
Двери	8	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08	0,07	0,10
Плиты для облицовки нижней половины стен	72	0,20	0,20	0,22	0,30	0,34	0,32	0,41	0,42	0,42
Акустические плиты для облицовки верхней половины стен и потолка:										
стены	72	0,08	0,08	0,15	0,42	0,99	0,75	0,67	0,41	0,33
потолок	180	0,08	0,08	0,15	0,42	0,99	0,75	0,67	0,41	0,33

2 Для октавных полос звукопоглощение отдельных элементов облицовок и общее звукопоглощение в производственном помещении до облицовки определяем умножением коэффициентов звукопоглощения  $\alpha_i$  на площади ограждающих конструкций  $S_i$  :

$$A_i = \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i ,$$

3 С учетом коэффициентов звукопоглощения для выбранных звукопоглощающих облицовок аналогично предыдущему пункту определяем общее звукопоглощение для октавных полос частот  $A_1$  и общее звукопоглощение после облицовки  $A_2$ . Результаты расчетов  $A_1$  и  $A_2$  представлены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Расчет звукопоглощения в производственном помещении

Конструкция и материал	Площадь $S_i, \text{м}^2$	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц									
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
<i>Расчет звукопоглощения до облицовки <math>A_1</math></i>											
Пол бетонный	180	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	3,6	3,6	3,6	3,6	
Потолок из досок	180	18	18	18	18	18	14,4	14,4	12,6	18,0	
Стены кирпичные, оштукатуренные и окрашенные	144	1,4	1,4	2,8	2,8	2,8	4,3	5,8	5,8	5,8	
Окна	44	15,4	15,4	15,4	11,0	7,9	5,3	3,3	1,8	1,3	
Двери	8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	
Общее звукопоглощение $A_1 = \sum \alpha_i S_i$		37,4	37,4	38,9	34,5	31,4	28,2	27,7	24,4	29,5	
<i>Расчет звукопоглощения после облицовки <math>A_2</math></i>											
Пол бетонный	180	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	3,6	3,6	3,6	3,6	
Потолок, облицованный акустическими плитами	180	14,4	14,4	27,0	75,6	178,2	135,0	121,0	73,7	59,5	
Стены, облицованные древесноволокнистыми плитами	72	14,4	14,4	15,8	21,6	24,5	23,0	29,5	30,2	30,2	
Стены, облицованные акустическими плитами	72	5,8	5,8	10,8	30,2	71,3	54,0	48,2	29,4	23,8	
Окна	44	15,4	15,4	15,4	11,0	7,9	5,3	3,3	1,8	1,3	
Двери	8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	
Общее звукопоглощение $A_2 = \sum \alpha_2 S_2$		52,6	52,6	71,6	141,0	284,5	221,5	206,2	140,3	119,2	

4 Определяем снижение уровней шума, дБ, для всех октавных полос:

$$\text{СШ} = 10 \lg \frac{A_2}{A_1}$$

Например, величина снижения уровня шума на частоте 1000 Гц

$$\text{СШ}_{1000} = 10 \lg \frac{221,5}{28,2} = 10 \lg \cdot 7,9 \approx 9 \text{ дБ.}$$

Результаты расчетов представлены в таблице 4.

5 Определяем спектр шума после применения звукопоглощения (по разнице значений уровней шума на среднегеометрических частотах до облицовки и снижения уровней шума).

6 Пользуясь данными таблицы Г.1, определяем нормативные значения уровней шума на среднегеометрических частотах с учетом характера выполняемой работы и заносим их в таблицу 4.

7 Определяем, есть ли превышение расчетных уровней шума, дБ, на среднегеометрических частотах над нормативными значениями, и результаты заносим в таблицу 4.

Т а б л и ц а 4 – Расчет снижения уровней шума

Показатель	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Спектр шума в помещении, дБ	71	74	86	92	104	106	100	90	80
Снижение уровней шума за счет звукопоглощения	1	1	3	6	9	9	9	8	6
Спектр шума после звукопоглощающей облицовки	70	73	83	86	95	97	91	82	74
Нормируемые значения уровней шума	107	95	87	82	78	75	73	71	69
Превышение нормативных уровней после облицовки	–	–	–	4	17	22	18	11	5

8 Выполненные расчеты показали, что снижение уровней шума на различных частотах не одинаково. Вместе с тем необходимо отметить, что снижение шума за счет звукопоглощающей облицовки стен и потолка в производственном помещении оказалось не достаточным для доведения уровней шума до нормативных значений на среднегеометрических частотах 250–8000 Гц. Необходимо в данном случае разработать и внедрить дополнительные инженерные решения по снижению уровней шума (например, по применению звукоизоляции наиболее шумного производственного оборудования, замене его на менее шумное оборудование и др.). Более подробные рекомендации по снижению уровней шума приведены в [4, 12, 20, 34].

**Пример 4.** Рассчитать технико-экономические характеристики осветительной установки для производственного помещения с общим равномерным освещением.

Исходные данные:

- разряд зрительной работы – III, подразряд зрительной работы – б;
- размеры помещения, м:
  - длина  $A = 18$ ;
  - ширина  $B = 10$ ;
  - высота  $H = 4$ ;

- тип источника света – лампы ЛХБ мощностью 65 Вт;
- коэффициенты отражения:
  - потолка  $\rho_n = 0,5$ ;
  - стен  $\rho_c = 0,3$ ;
- время работы осветительной установки:
  - в течение смены  $T_p = 9,5$  ч;
  - количество рабочих дней в году  $D = 365$ .

Р е ш е н и е. 1 Расчет осветительной установки для производственного помещения выполняем методом коэффициента использования светового потока.

2 Согласно характеристике и подразряду зрительной работы III б при среднем контрасте объекта с фоном устанавливаем нормированную освещенность на рабочей поверхности  $E_{\min} = 200$  лк (таблица 1 [33] или приложение А [11]).

3 Коэффициент запаса при содержании пыли и других примесей в воздухе менее  $1 \text{ мг/м}^3$  (таблица 3 [33] или приложение Г[11])  $K_3 = 1,5$ .

4 Рассчитаем расчетную высоту подвеса светильника:

$$h_p = H - h_{p,n} - h_c,$$

где  $H$  – высота подвеса светильника над полом, м;

$h_{p,n}$  – высота рабочей поверхности, м, принимается на высоте 0,8 м от поверхности пола;

$h_c$  – величина свеса светильника, м, принимаем равной нулю.

Тогда  $h_p = 4 - 0,8 - 0 = 3,2$  м.

5 Находим индекс помещения

$$i = \frac{S}{h_p (A + B)},$$

где  $S$  – площадь помещения,  $\text{м}^2$ ;

$A, B$  – соответственно длина и ширина помещения, м.

Подставим данные

$$i = \frac{18 \cdot 10}{3,2 \cdot (18 + 10)} = 2,009 \approx 2.$$

6 При заданной люминесцентной лампе ЛХБ-65 принимаем тип светильника ЛДОР, т. к. по условиям среды в производственном помещении (содержание пыли и других примесей в воздушной среде менее  $1 \text{ мг/м}^3$ ).

7 Определяем коэффициент использования светового потока  $\eta$  осветительной установки в зависимости от типа светильника и коэффициентов отражения потолка  $\rho_n$  и стен  $\rho_c$  по таблице П.4.1 [41] или приложение Д [11], который при  $i = 2$ ,  $\rho_n = 0,5$  и  $\rho_c = 0,3$  составит 0,49.

8 Принимаем значения коэффициента, характеризующего неравномерность освещения  $Z = 1,2$ , и коэффициента затенения  $\nu = 0,8$  (п. 2.7.2 [41]).

9 Рассчитаем требуемый световой поток всех ламп и количество светильников:

$$F_0 = \frac{E_{\min} K_3 S Z}{\eta \nu},$$

где  $E_{\min}$  – нормированная освещенность на рабочей поверхности, лк;

$K_3$  – коэффициент запаса;

$S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>.

Подставим данные

$$F_0 = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 180 \cdot 1,2}{0,49 \cdot 0,8} = 165306,12 \approx 165306 \text{ лм}.$$

Определим количество светильников

$$n_c = \frac{F_0}{n F_{\text{л}}},$$

где  $n$  – количество ламп в светильнике, шт. Для освещения производственных помещений используются двухламповые или четырехламповые светильники. Принимаем четырехламповые светильники.

$F_{\text{л}}$  – световой поток лампы, лм. При заданном типе лампы ЛХБ-65 световой поток составит 3820 лм (таблица П.1.2 [41]).

Тогда

$$n_c = \frac{165306}{4 \cdot 3820} = 10,8 \approx 11 \text{ светильника}.$$

10 Для создания равномерного распределения освещенности произведем расчет величин размещения светильников. Рекомендации по размещению светильников в помещении приведены в п. 2.6 [41].

Расстояние между осью рядов люминесцентных светильников

$$L = \lambda h_p,$$

где  $\lambda$  – коэффициент наиболее выгодного относительного расстояния между светильниками. Определяется по таблицам 2.8 [41] или таблице 5 [11] в зависимости от типа светильника и составляет 1,4–1,6. Принимаем  $\lambda = 1,5$ .

Тогда  $L = 1,5 \cdot 3,2 = 4,8$  м.

Расстояние от стены до оси ряда

$$l_1 = (0,4 \dots 0,5)L.$$

Подставим данные  $l_1 = 0,5 \cdot 4,8 = 2,4$  м. Уточняем расстояния расчетами:

$$l_1 = (B - L) / 2 = (10 - 4,8) / 2 = 2,6 \text{ м}; \quad l_1 = 1,6 \cdot 0,5 \cdot 4,8 = 3,84 \text{ м}.$$

Принимаем к дальнейшим расчетам  $l_1 = 2,6$  м.

Расстояние от стены до торца светильника

$$l_2 = (0,25 \dots 0,3)L.$$

Подставим данные  $l_1 = 0,25 \cdot 4,8 = 1,2$  м.

Определим количество рядов  $n_{\text{ряд}} = (B - 2 l_1) / L + 1$ .

Тогда  $n_{\text{ряд}} = (10 - 2 \cdot 2,4) / 4,8 + 1 = 2,08$ .

Так как по расчету 11 четырехламповых светильников, то принимаем два ряда по 6 шт. в ряду. То есть расчетное количество светильников увеличиваем на один для обеспечения равномерной освещенности и симметричности их размещения.

Определим расстояние между торцами светильников в ряду:

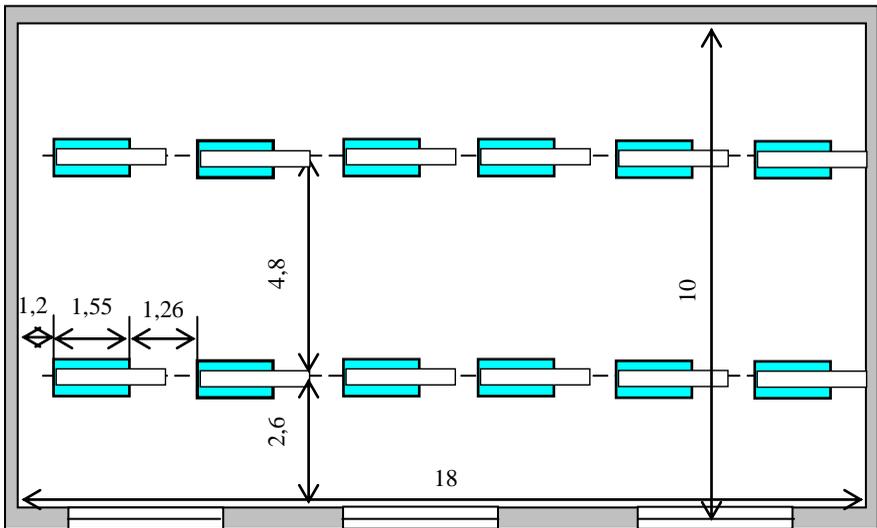
$$X = (A - 2 l_2 - n_c l_{\text{св}}) / (n_c - 1),$$

где  $l_{\text{св}}$  – длина светильника, м. При длине лампы ЛХБ-65 1,514 м принимаем  $l_{\text{св}} = 1,55$  м.

Подставим данные:

$$X = (18 - 2 \cdot 1,2 - 6 \cdot 1,55) / (6 - 1) = 1,26 \text{ м.}$$

Схема размещения светильников в помещении приведена ниже



11 Определяем действительную освещенность рабочей поверхности

$$E_{\Phi} = E_{\min} \frac{n F_{\text{л}}}{F_{\text{о}}}.$$

Подставим данные:

$$E_{\Phi} = (200 \cdot (4 \cdot 12) \cdot 3820) / 165306 = 221,8 \approx 222 \text{ лк.}$$

Фактическая освещенность соответствует нормативу.

12 Рассчитаем суммарную установленную мощность, кВт, осветительной установки с учетом количества источников света и их мощности

$$P_{\Sigma} = n_c n P_{\text{л}} / 1000 ,$$

где  $P_{\text{л}}$  – потребляемая мощность электроэнергии источника света, Вт.

Тогда  $P_{\Sigma} = 12 \cdot 4 \cdot 65 / 1000 = 3,12$  кВт.

13 Определим годовые затраты на потребляемую электроэнергию, руб., с учетом действующих тарифов и годового фонда рабочего времени

$$Z_r = D T_p C_{\text{эл}} P_{\Sigma},$$

где  $D$  – количество рабочих дней в году; по заданию 365;

$T_p$  – время работы осветительной установки в течение смены, ч; по заданию 9,5;

$C_{\text{эл}}$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб. Согласно тарифу на 1.02.2010 г. для промышленных предприятий  $C_{\text{эл}} = 255,2$  руб./кВт.

Подставим данные:

$$Z_r = 365 \cdot 9,5 \cdot 255,2 \cdot 3,12 = 2760906,72 \approx 2,761 \text{ млн руб.}$$

14 Согласно расчету для обеспечения нормированной освещенности 200 лк в производственном помещении необходимо установить два ряда четырехламповых светильников с лампами ЛХБ-65 по 6 светильников в ряду. Суммарная потребляемая мощность системы освещения составит 3,12 кВт, а годовые затраты на потребляемую электроэнергию – 2,761 млн руб.

**Пример 5.** Определить основные показатели производственного травматизма (коэффициенты частоты, тяжести и средней тяжести) за отчетные периоды.

Исходные данные:

- номер и число дней нетрудоспособности по несчастным случаям:  
в предыдущем году – 1-й – 0,5; 2-й – 8; 3-й – 4; 4-й – 0; 5-й – 10; 6-й – 5;  
следующем – 6-й – 4; 7-й – 8;
- количество случаев со смертельным исходом в году:  
в предыдущем – 1;  
следующем – 0;
- среднесписочное число работающих – 2500 чел.

**Решение.** 1 Определяем несчастные случаи, подлежащие учету в отчетный период (принимаем календарный год). При этом несчастные случаи, в которых потеря трудоспособности имеет переходящий характер (из одного года в другой), учитываются в последующем году. Подлежат учету несчастные случаи: в предыдущем году – 2, 3 и 5-й; следующем – 6-й и 7-й.

2 Рассчитываем общее количество дней нетрудоспособности  $C$  по несчастным случаям за отчетные периоды:

$$C_{\text{пред}} = 8 + 4 + 10 = 22; \quad C_{\text{след}} = 5 + 4 + 8 = 17.$$

3 Определяем коэффициент частоты

$$K_{\text{ч}} = A \cdot 10^3 / \text{Ч},$$

где  $A$  – число несчастных случаев, произошедших за отчетный период, включая случаи с временной (один день и более) нетрудоспособ-

ностью, с инвалидным исходом (до перевода на инвалидность), со смертельным исходом, случаи перевода на более легкую работу;

$\text{Ч}$  – среднесписочное число работающих, чел.

Подставив данные, получим  $A_{\text{пред}} = 3$ ,  $A_{\text{след}} = 2$ , тогда

$$K_{\text{ч}}^{\text{пред}} = \frac{3}{2500} \cdot 1000 = 1,2; \quad K_{\text{ч}}^{\text{след}} = \frac{2}{2500} \cdot 1000 = 0,8.$$

4 Вычислим коэффициент тяжести

$$K_{\text{т}} = C \cdot 10^3 / \text{Ч},$$

где  $C$  – общее количество дней нетрудоспособности по несчастным случаям за отчетные периоды.

$$K_{\text{т}}^{\text{пред}} = \frac{22}{2500} \cdot 1000 = 8,8; \quad K_{\text{т}}^{\text{след}} = \frac{17}{2500} \cdot 1000 = 6,8.$$

5 Рассчитаем коэффициент средней тяжести

$$K_{\text{ср.т}} = C / A_1,$$

где  $A_1$  – число несчастных случаев за отчетный период, приведших к нетрудоспособности за исключением случаев со смертельным исходом.

Исходя из условия и полученных данных, определяем:

$$A_1^{\text{пред}} = 3 - 1 = 2; \quad A_1^{\text{след}} = 2 - 0 = 2; \quad K_{\text{ср.т}}^{\text{пред}} = \frac{3}{2} = 1,5; \quad K_{\text{ср.т}}^{\text{след}} = \frac{2}{2} = 1.$$

6 Подлежит учету количество несчастных случаев: в предыдущем году три, а в следующем – два, при этом коэффициенты травматизма составили  $K_{\text{ч}}^{\text{пред}} = 1,2$ ;  $K_{\text{ч}}^{\text{след}} = 0,8$ ;  $K_{\text{т}}^{\text{пред}} = 8,8$ ;  $K_{\text{т}}^{\text{след}} = 6,8$ ;  $K_{\text{ср.т}}^{\text{пред}} = 1,5$ ;  $K_{\text{ср.т}}^{\text{след}} = 1$ .

**Пример 6.** Определить уровни шума, создаваемые транспортным потоком, в жилом районе экранированным инженерным сооружением.

Исходные данные:

- расстояние от экрана, м:  
до источника шума  $a = 8$ ;  
жилого массива  $b = 25$ ;
- высота от поверхности земли, м:  
до источника шума  $h = 2,5$ ;  
окон здания  $h_2 = 5,5$ ;  
экрана  $H = 6$ ;
- уровни звукового давления, создаваемые источником на среднегеометрических частотах,  $L_{\text{ист}}$ , дБ, приведены ниже:

Показатель	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровни звукового давления, $L_{\text{ист}}$ , дБ	91	92	93	87	84	85	82	77	72

Решение. 1 Согласно исходным данным на рисунке 2 приведена схема для расчета эффективности экрана.

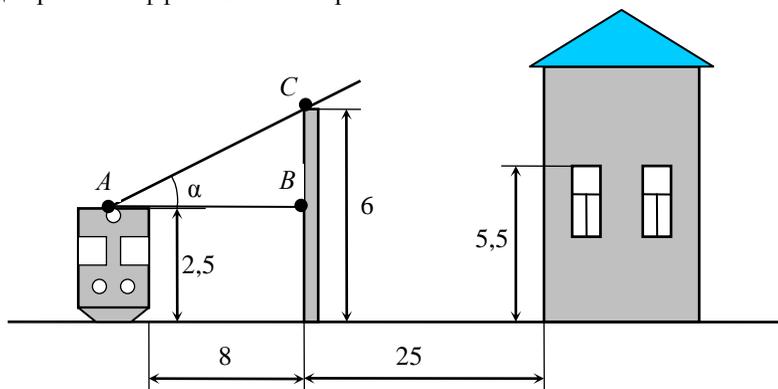


Рисунок 2 – Схема для расчета акустической эффективности экрана

2 Определим значение  $\cos\alpha$  согласно расчетной схеме (прямоугольный треугольник), используя тригонометрические функции:

$$BC = H - h = 6 - 2,5 = 3,5 \text{ м};$$

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2}, \quad AB = a = 8 \text{ м};$$

$$AC = \sqrt{8^2 + 3,5^2} = 8,7321 \approx 8,73 \text{ м};$$

$$\cos\alpha = AB / AC = 8 / 8,7 = 0,916.$$

3 Вычислим значение функции  $W$  на среднегеометрических частотах

$$W = \left( H + \frac{b(H-h)}{a} - K \right) \sqrt{\frac{2a\cos\alpha}{\lambda b(a+b)}},$$

где  $H$  – высота экрана, м;

$b$  – расстояние от экрана до здания, м;

$h$  – высота источника шума, м;

$a$  – расстояние от источника шума до экрана, м;

$K$  – высота от поверхности земли до окон здания, м;

$\alpha$  – угол прохода звуковой волны от источника над экраном, град;

$\lambda$  – длина волны, м;

$$W_{31,5} = \left( 6 + \frac{25(6-2,5)}{8} - 5,5 \right) \sqrt{\frac{2 \cdot 8 \cdot 0,916}{10,8 \cdot 25(8+25)}} = 0,464 \approx 0,46.$$

По графику (рисунок 74 [4]) или по приложению К) определим величину снижения шума экраном  $L_{\text{эк}} = 10$  дБ. Аналогичные расчеты выполнены для других среднегеометрических частот, результаты которых сведены в таблицу 5.

4 Определим снижение шума за счет расстояния и поглощения в воздухе  $L_{\text{расст}}$ , дБ, на среднегеометрических частотах:

$$L_{\text{расст}} = 20 \lg(a + b) + \Delta + 8,$$

где  $\Delta$  – величина затухания шума за счет поглощения звуковых колебаний в воздушной среде, дБ,

$$\Delta = 6 \cdot 10^{-6} f(a + b),$$

$f$  – частота звуковых колебаний (среднегеометрические частоты), Гц;

$$L_{\text{расст}}(31,5) = 20 \cdot \lg(8 + 25) + 6 \cdot 10^{-6} \cdot 31,5 \cdot (8 + 25) + 8 = 38,37 \approx 38 \text{ дБ}.$$

Результаты расчетов для других среднегеометрических частот сведены в таблицу 5.

5 Вычислим уровни шума в районе административно-технического здания на среднегеометрических частотах:

$$L_{\text{р.т}} = L_{\text{ист}} - L_{\text{эк}} - L_{\text{расст}},$$

где  $L_{\text{ист}}$  – уровень шума, создаваемый источником на среднегеометрической октавной частоте, дБ.

Для среднегеометрической частоты 31,5 Гц уровень шума в расчетной точке

$$L_{\text{р.т}}(31,5) = 91 - 10 - 38 = 43 \text{ дБ}.$$

Результаты расчетов для других среднегеометрических частот приведены в таблице 5.

6 По СанПиН № 115–20112 «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» устанавливаем предельно допустимые уровни шума в районе административно-технического здания на основании данных приложения Г данного пособия и вносим в таблицу 5.

Т а б л и ц а 5 – Расчет снижения уровней шума

Показатель	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровень звукового давления источника $L_{\text{ист}}$ , дБ	91	98	93	87	84	85	82	77	72
Длина волны $\lambda = c / f$ , м	10,8	5,4	2,72	1,36	0,68	0,34	0,17	0,085	0,043
Значение функции $W$	0,46	0,66	0,92	1,31	1,85	2,61	3,70	5,23	7,35
Снижение шума экраном $L_{\text{эк}}$ , дБ	10	12	13	15	17	20	24	27	32
Снижение шума за счет расстояния и поглощения в воздухе $L_{\text{расст}}$ , дБ	38	38	38	38	38	39	39	39	40
Уровень шума в расчетной точке $L_{\text{р.т}}$ , дБ	43	48	42	34	29	26	19	11	–
Предельно допустимый уровень шума, дБ	83	67	57	49	44	40	37	35	33
Превышение норм, дБ	–	–	–	–	–	–	–	–	–

7 Расчеты показали, что уровни шума в районе жилого массива не превышают нормативных значений.

**Пример 7.** Определить необходимый воздухообмен и площади вентиляционных фрагм для удаления избыточного тепла в производственном помещении.

Исходные данные:

- теплоизбытки в помещении  $Q_{\text{теп}} = 40\,000$  кДж/ч;
- расстояния между центрами приточных и вытяжных фрагм  $H = 4$  м;
- температура наружного воздуха  $t_{\text{н}} = 20,3$  °С;
- температура уходящего воздуха  $t_{\text{yx}} = 31$  °С;
- температура воздуха в рабочей зоне  $t_{\text{рз}} = 23$  °С;
- угол открытия створок фрагм  $\alpha = 30$  град.

Р е ш е н и е. 1 Расчетная схема аэрации помещения приведена на рисунке 3.

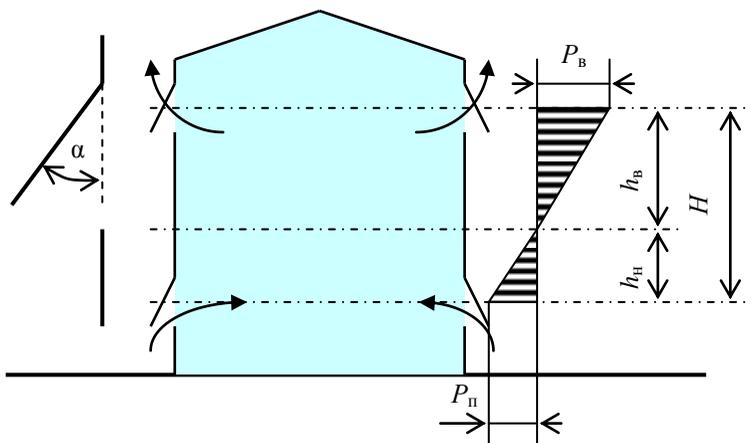


Рисунок 3 – Схема аэрации помещения

2 Во избежание опрокидывания естественного воздухообмена при ветровой нагрузке площадь приточных фрагм должна быть больше вытяжных примерно на 25 %, поэтому соотношение площадей фрагм приточных ( $f_{\text{п}}$ ) и вытяжных ( $f_{\text{в}}$ ) принимаем равным 1,25.

3 Необходимый воздухообмен в производственном помещении, необходимый для удаления теплоизбытков.

Воздухообмен по тепловыделениям, м<sup>3</sup>/ч,

$$L_{\text{теп}} = \frac{Q_{\text{теп}}}{\rho c (t_{\text{yx}} - t_{\text{пр}})},$$

где  $Q_{\text{теп}}$  – выделение избыточного тепла в помещении, кДж/ч (дано по заданию);

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>, которая зависит от температуры и может быть определена из выражения,  $\rho = 353 / (273 + t)$ ;

$c$  – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·град), принимается 1,005;  
 $t_{yx}$ ,  $t_{пр}$  – соответственно температура удаляемого (уходящего) и приточного воздуха, °С, для условий задачи принимается  $t_{пр} = t_n$ .

Определяем плотность приточного воздуха:

$$\rho_n = 353 / (273 + 20) = 1,205 \text{ кг/м}^3,$$

тогда

$$L_{\text{теп}} = \frac{40000}{1,205 \cdot 1,005 \cdot (31 - 20)} = 3002,7 \approx 3003 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4 Коэффициент расхода при угле открытия створок фрамуг  $\alpha = 30^\circ$

$$\mu = 0,63 \sin \alpha = 0,63 \sin 30^\circ = 0,315.$$

5 Определим расстояния от нейтральной зоны до центров вытяжных и приточных фрамуг:

$$h_B = \frac{H}{\left(\frac{f_B}{f_{\Pi}}\right)^2 \frac{\rho_{yx}}{\rho_n} + 1}, \quad h_{\Pi} = \frac{H}{\left(\frac{f_{\Pi}}{f_B}\right)^2 \frac{\rho_n}{\rho_{yx}} + 1},$$

где  $H$  – расстояние между центрами приточных и вытяжных проемов, м;  
 $f_B, f_{\Pi}$  – соответственно площади вытяжных и приточных отверстий, м<sup>2</sup>;  
 $\rho_{yx}, \rho_n$  – плотности воздуха соответственно удаляемого (уходящего) и наружного, кг/м<sup>3</sup>.

Предварительно находим плотность удаляемого воздуха

$$\rho_B = \rho_{yx} = 353 / (273 + 31) = 1,161 \text{ кг/м}^3,$$

тогда расстояние от нейтральной зоны до центра вытяжных проемов

$$h_B = \frac{4}{\left(\frac{1}{1,25}\right)^2 \cdot \frac{1,161}{1,205} + 1} = 2,47 \approx 2,5 \text{ м}.$$

Расстояние от нейтральной зоны до центра приточных проемов составит:

$$h_{\Pi} = H - h_B = 4 - 2,5 = 1,5 \text{ м}.$$

6 Тепловые напоры, Па, в плоскости приточных и вытяжных фрамуг

$$P_{\Pi} = h_n g (\rho_n - \rho_{yx}) \quad \text{и} \quad P_B = h_{Bg} (\rho_n - \rho_{yx}),$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Подставив значения, получим:  $P_{\Pi} = 1,5 \cdot 9,81 \cdot (1,205 - 1,161) = 0,65 \text{ Па};$

$P_B = 2,5 \cdot 9,81 \cdot (1,205 - 1,161) = 1,08 \text{ Па}.$

Тепловые напоры в приточных и вытяжных отверстиях равны динамическим давлениям, за счет которых воздух поступает в помещение и удаляется из него:

$$P_{\Pi} = P_{\text{д}}^{\Pi} = \frac{\rho_{\text{н}} v_{\Pi}^2}{2} \quad \text{и} \quad P_{\text{в}} = P_{\text{д}}^{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{н}} v_{\text{в}}^2}{2},$$

где  $v_{\Pi}$ ,  $v_{\text{в}}$  – соответственно скорости движения воздуха в области приточных и вытяжных фрагм, м/с.

Преобразовав формулы, находим значения скоростей воздуха в приточных и вытяжных отверстиях:

$$v_{\Pi} = \sqrt{\frac{2P_{\Pi}}{\rho_{\text{н}}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,65}{1,205}} = 1,04 \text{ м/с}, \quad v_{\text{в}} = \sqrt{\frac{2P_{\text{в}}}{\rho_{\text{yx}}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,08}{1,161}} = 1,36 \text{ м/с}.$$

Количество воздуха (воздухообмен), м<sup>3</sup>/ч, поступающее в помещение или удаляемое из него,

$$L_i = 3600 \mu_i f_i V_i.$$

Преобразовав формулу расчета  $L_i$ , рассчитываем площади приточных и вытяжных отверстий:

$$f_{\Pi} = \frac{L_{\text{теп}}}{3600 \mu v_{\Pi}} = \frac{3003}{3600 \cdot 0,315 \cdot 1,04} = 2,55 \text{ м}^2, \quad f_{\text{в}} = \frac{3003}{3600 \cdot 0,315 \cdot 1,36} = 1,95 \text{ м}^2.$$

7 Расчеты показывают, что для удаления теплоизбытков из помещения в количестве 40 000 кДж/ч воздухообмен должен быть 3003 м<sup>3</sup>/ч, при этом площадь приточных фрагм составит 2,55 м<sup>2</sup>, а площадь вытяжных – 1,95 м<sup>2</sup>.

**Пример 8.** Рассчитать строп из стального каната, предназначенный для перемещения груза. Маркировочная группа каната по временному сопротивлению разрыву – 1800 МПа.

Исходные данные:

- масса груза – 3 т;
- число ветвей стропа – 4;
- расстояния между точками закрепления, м:  
по длине – 3,8;  
ширине – 2,4;
- угол наклона каната к вертикали – 60 град;
- коэффициент запаса прочности – 5,5.

**Решение.** 1 Согласно исходным данным приведена схема строповки груза (рисунок 4).

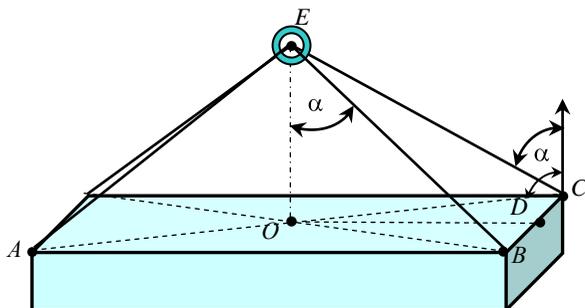


Рисунок 4 – Схема строповки груза

2 Определяем натяжение, возникающее в каждой ветви стропа (без учета динамической нагрузки), кН,

$$S = Q / (n \cos \alpha),$$

где  $Q$  – вес поднимаемого груза, кН,  $Q = m g$ ;

$m$  – масса поднимаемого груза, кг;

$n$  – общее число ветвей стропа;

$\alpha$  – угол наклона каната к вертикали, град.

Подставив исходные данные, получим

$$S = 3000 \cdot 9,81 / (4 \cdot \cos 60^\circ) = 14715 \text{ Н.}$$

4 Вычислить расчетное разрывное усиление в ветви стропа, кН,

$$R = S k_3,$$

где  $k_3$  – коэффициент запаса прочности.

Тогда  $R = 14715 \cdot 5,5 = 80932,5 \text{ Н.}$

5 По разрывному усилию (таблица А.3 данного пособия) выбираем канат диаметром 13,5 мм типа ТК 6×37 (1 + 6 + 12 + 18) + 1 о. с. ГОСТ 3071–74, имеющий усилие разрыву 89600 Н.

6 Определяем длину ветвей стропа в зависимости от схемы строповки, используя тригонометрические функции:

$$OB = \sqrt{(AB/2)^2 + (BC/2)^2} = \sqrt{(3,8/2)^2 + (2,4/2)^2} = 2,247 \approx 2,5 \text{ м;}$$

$$EB = OB / \sin \alpha = 2,5 / \sin 60^\circ = 2,5 / 0,866 = 2,887 \approx 2,9 \text{ м.}$$

7 Браковка канатов грузоподъемных кранов, находящихся в эксплуатации, производится в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, с руководством по эксплуатации крана. При этом учитываются следующие критерии:

- характер и число обрывов проволок, в том числе наличие обрывов проволок у концевых заделок, наличие мест сосредоточения обрывов проволок, интенсивность возрастания числа обрывов проволок;

- разрыв пряди;

- поверхностный и внутренний износ;
- поверхностная и внутренняя коррозия;
- местное уменьшение диаметра каната, включая разрыв сердечника;
- уменьшение площади поперечного сечения проволок каната (потери внутреннего сечения);
- деформация в виде волнистости, корзинообразности, выдавливания проволок и прядей, раздавливания прядей, заломов, перегибов и т. п.;
- повреждение в результате температурного воздействия или электрического разряда.

Браковка канатов, работающих со стальными и чугунными блоками, должна производиться по числу обрывов проволок.

Канаты кранов, предназначенных для перемещения расплавленного или раскаленного металла, огнеопасных и ядовитых веществ, бракуют при вдвое меньшем числе обрывов проволок.

При уменьшении диаметра каната в результате поверхностного износа или коррозии более 7 % по сравнению с номинальным диаметром канат подлежит браковке даже при отсутствии видимых обрывов проволок.

8 Согласно расчетам безопасное перемещение груза массой 3 т обеспечивает применение каната диаметром 13,5 мм типа ТК 6×37 (1 + 6 + 12 + 18) + 1 о. с. ГОСТ 3071–74, имеющего усилие разрыву 89600 Н при длине ветвей стропа 2,9 м.

**Пример 9.** Произвести расчет пассивной виброизоляции энергетической установки с использованием виброизоляторов из упругого материала.

Исходные данные:

- масса энергетической установки  $m_{\text{уст}} = 270$  кг;
- масса железобетонной плиты  $m_{\text{пл}} = 310$  кг;
- частота вращения рабочего колеса вентилятора  $n = 1500$  об/мин;
- допустимое напряжение в материале виброизолятора  $\sigma = 0,4$  МПа;
- динамический модуль упругости  $E_D = 20$  МПа;
- число виброизоляторов  $N = 6$  шт.

**Решение.** 1 Определяем частоту вынужденных и собственных колебаний. Частота вынужденных колебаний

$$f_{\text{в}} = \frac{n}{60},$$

где  $n$  – частота вращения, об/мин,

$$f_{\text{в}} = \frac{1500}{60} = 25 \text{ Гц.}$$

2 Определяем частоту собственных колебаний установки на амортизаторах

$$f_0 = \frac{5}{\sqrt{X_{\text{ст}}}},$$

где  $X_{\text{ст}}$  – статическая осадка амортизаторов под воздействием веса установки, см,

$$X_{\text{ст}} = \frac{h\sigma}{E_D},$$

$h$  – толщина прокладки, см;

$\sigma$  – допустимое напряжение в материале виброизолятора, МПа;

$E_D$  – динамический модуль упругости материала, МПа.

Задавшись значением толщины прокладки  $h = 8$  см, рассчитываем статическую осадку амортизаторов

$$X_{\text{ст}} = \frac{8 \cdot 0,4}{20} = 0,16 \text{ см.}$$

Частота собственных колебаний

$$f_c = \frac{5}{\sqrt{0,16}} = 12,5 \approx 13 \text{ Гц.}$$

Необходимая эффективность работы амортизаторов по условию отсутствия резонанса достигается при отношении частоты вынужденных колебаний  $f_B$  к частоте собственных колебаний  $f_c$  в диапазоне от 2 до 5. Проверяем условие

$$\frac{f_B}{f_c} = \frac{25}{13} = 1,9.$$

Условие не выполняется, поэтому принимаем значение  $h = 0,12$  м и повторяем расчет:

$$X_{\text{ст}} = \frac{12 \cdot 0,4}{20} = 0,24 \text{ см; } f_c = \frac{5}{\sqrt{0,24}} = 10,2 \approx 10 \text{ Гц; } \frac{f_B}{f_c} = \frac{25}{10} = 2,5.$$

Условие выполняется, поэтому толщина прокладки принимается окончательно 12 см.

3 Определяем площадь всех виброамортизаторов и их размеры под установку.

Суммарная площадь виброамортизаторов

$$S = P / \sigma,$$

где  $P$  – вес установки, МН,

$$P = (m_{\text{пл}} + m_{\text{уст}}) g \cdot 10^{-6},$$

$g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ .

Подставив исходные данные, получим

$$S = (310 + 270) \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} / 0,4 = 0,142 \text{ м}^2.$$

При числе амортизаторов, равном  $N = 6$ , площадь одного:

$$S_i = S / N = 0,142 / 6 = 0,024 \text{ м}^2 .$$

Учитывая, что размеры сторон виброамортизатора не должны превышать его толщину (высоту) в 2–3 раза, принимаем размеры прокладки  $0,2 \times 0,12$  м при высоте 0,12 м.

4 Определяем коэффициент виброизоляции, %,

$$K = \frac{9 \cdot 10^6}{X_{\text{ст}} n^2} .$$

Подставив данные, получим

$$K = 9 \cdot 10^6 / (0,24 \cdot 1500^2) = 16,7 \% .$$

5 Согласно расчетам принята резиновая прокладка со следующими параметрами: длина – 0,2 м, ширина – 0,12 м, высота – 0,12 м, при этом коэффициент виброизоляции составил 16,7 % .

### **ЗАДАЧА № 1**

Произвести оценку условий труда на рабочем месте при выполнении работ в организации в процессе аттестации рабочих мест. Продолжительность рабочей смены принять 8 ч. Занятость работника в особых условиях составляет более 80 % продолжительности рабочей смены.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

#### **Указания к решению задачи**

1 В соответствии с исходными данными, пользуясь ССБТ и СанПиН Республики Беларусь, определить значения ПДК и ПДУ для факторов условий труда, при этом можно пользоваться [1], приложениями В, Д и таблицей Г.1 данного пособия.

2 Оценка факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса производится путем сопоставления фактических величин с учетом отклонения каждого фактора с гигиеническими нормативами производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса согласно [1].

3 Установить класс и степень условий труда по фактору производственной среды. Оценка факторов производственной среды проводится с учетом времени их воздействия в течение рабочего времени [1].

При продолжительности действия вредного и (или) опасного фактора производственной среды на работника необходимо учитывать, что:

– от 10 до 50 процентов (включительно) от продолжительности рабочего времени класс условий труда по данному фактору снижается на одну степень в пределах класса;

– менее 10 процентов от продолжительности рабочего времени производится снижение класса условий труда на две степени в пределах класса.

4 Определить класс и степень тяжести трудового процесса.

Класс и степень тяжести трудового процесса устанавливается на основании сравнения фактических величин с критериями оценки тяжести трудового процесса на основании [1].

Итоговая оценка тяжести трудового процесса с учетом оценок всех показателей факторов трудового процесса устанавливается по показателю, получившему наиболее высокую степень. При наличии трех и более показателей классов 3.1 или 3.2 условия труда по тяжести трудового процесса оцениваются на одну степень выше (соответственно классы 3.2 и 3.3). Наивысшая оценка тяжести трудового процесса – класс 3.3.

5 Произвести оценку напряженности трудового процесса.

Класс и степень напряженности трудового процесса устанавливается на основании сравнения фактических величин с критериями оценки напряженности трудового процесса согласно [1].

6 Оформить результаты итоговых оценок (класс и степень условий труда) факторов производственной среды в табличной форме, являющейся Разделом карты условий труда (см. приложение В [1]).

7 По оценке условий труда определить размер доплаты к тарифной ставке, продолжительность дополнительного отпуска и право работника на досрочную пенсию по возрасту за работу в особых условиях при наличии данной профессии в Списке 2 [1].

*Рекомендуемая литература:* [1, 10, 11, 12, 13, 15, 36].

## **ЗАДАЧА № 2**

Определить экономию материальных потерь и части недополученной продукции на предприятии за счет снижения производственного травматизма в связи с внедрением мероприятий по улучшению условий труда.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

### **Указания к решению задачи**

1 Определить материальные затраты в связи с производственным травматизмом до  $M_{п1}$  и после  $M_{п2}$  внедрения мероприятий по улучшению условий труда:

$$M_{п} = D_{в} Z_{д} \phi,$$

где  $D_{в}$  – потери рабочего времени у пострадавших с утратой трудоспособности на один рабочий день и более, временная трудоспособность которых закончилась в отчетный период, дн.;

$Z_{д}$  – средняя заработная плата работника, тыс. руб.;

$\phi$  – коэффициент удельного веса материальных затрат заработной платы.

2 Вычислить экономию материальных затрат в связи с сокращением производственного травматизма

$$\mathcal{E}_{\text{МП}} = M_{\text{п1}} - M_{\text{п2}} .$$

3 Рассчитать материальные потери в связи с несчастными случаями на производстве с учетом части недополученной продукции до  $M_{\text{Пусл1}}$  и после  $M_{\text{Пусл2}}$  внедрения мероприятий по улучшению условий труда

$$M_{\text{Пусл}} = D_{\text{в}} \mathcal{Z}_{\text{д}} (\varphi + \eta),$$

где  $\eta$  – коэффициент условных материальных потерь части продукта в связи с выбытием пострадавших от травмы на производстве.

4 Определить экономию части недополученной продукции  $\mathcal{E}_{\text{МПусл}}$  на предприятии за счет снижения производственного травматизма:

$$\mathcal{E}_{\text{МПусл}} = M_{\text{Пусл1}} - M_{\text{Пусл2}} .$$

5 Сделать выводы (обобщить результаты расчетов).

*Рекомендуемая литература:* [3, 18, 20, 21].

### ЗАДАЧА № 3

Рассчитать возможный рост производительности труда на предприятии в связи с полной отменой или сокращением масштабов применения дополнительного отпуска за работу в неблагоприятных условиях труда в результате улучшения условий труда и организации работы.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

#### Указания к решению задачи

1 Годовой фонд рабочего времени  $\Phi_{\text{р.в}}$  одного работающего принять 234 дня.

2 Определить относительную экономию численности работающих в результате сокращения дополнительного отпуска при внедрении мероприятий по улучшению условий труда

$$\mathcal{E}_{\text{д.о}} = \frac{\sum N_{\text{ф}} T_{\text{д.ф}} - \sum N_{\text{п}} T_{\text{д.п}}}{\Phi_{\text{р.в}}} ,$$

где  $N_{\text{ф}}$ ,  $N_{\text{п}}$  – соответственно фактическая и плановая численность работающих, пользующихся правом на дополнительный отпуск за работу в неблагоприятных условиях труда, чел.;

$T_{\text{д.ф}}$ ,  $T_{\text{д.п}}$  – продолжительность дополнительного отпуска, соответственно, фактическая и плановая;

$\Phi_{\text{р.в}}$  – годовой фонд рабочего времени, дн.

3 Рассчитать рост производительности труда при внедрении эргономических мероприятий

$$\Delta\Pi = \frac{\mathcal{E}_{\text{д.о.}}}{N_{\text{сп}} - N_{\text{сокр}}} \cdot 100\% ,$$

где  $N_{\text{сп}}$  – расчетная среднесписочная численность работающих, чел.;  
 $N_{\text{сокр}}$  – экономия численности работающих в результате сокращения масштабов предоставления дополнительных отпусков, сокращения рабочего дня и уровня заболеваемости, чел.

4 Сделать выводы (обобщить результаты расчетов).

*Рекомендуемая литература:* [3, 18, 20, 21].

#### ЗАДАЧА № 4

Определить эффективность внедрения комплекса мероприятий по научной организации труда, позволяющих повысить безопасность выполнения работ на железнодорожной станции.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

##### Указания к решению задачи

1 Принять годовой фонд времени  $\Phi_{\text{р.в}}$  одного работника 234 дня.

2 Нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности  $E_{\text{н}} = 0,12$ .

3 Определить:

а) относительную экономию численности работников  $N_{\text{ч}}$ , %, в результате сокращения потерь времени

$$N_{\text{ч}} = \frac{n_1 - n_2}{\Phi_{\text{р.в}}} ;$$

б) прирост производительности труда  $\Pi_{\text{т}}$ , %,

$$\Pi_{\text{т}} = \frac{N_{\text{ч}}}{N_{\text{р}} - N_{\text{ч}}} \cdot 100 \% ;$$

в) экономию от сокращения производственного травматизма и профессиональных заболеваний за год  $\mathcal{E}_{\text{г}}$ , у.е.,

$$\mathcal{E}_{\text{г}} = (n_1 - n_2) R_{\text{г}} ;$$

г) годовой экономический эффект  $\mathcal{E}_{\text{о}}$ , у.е.,

$$\mathcal{E}_{\text{о}} = \mathcal{E}_{\text{г}} - \Delta - E_{\text{н}} A ;$$

д) срок окупаемости внедряемого комплекса мероприятий

$$T = \frac{A}{\Xi_{\Gamma} - \Delta}.$$

4 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

*Рекомендуемая литература:* [3, 18, 20, 21].

### ЗАДАЧА № 5

С целью улучшения условий для пассажиров определить необходимый воздухообмен и площади вентиляционных фрамуг для аэрации зала ожидания вокзала.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

#### Указания к решению задачи

- 1 Вычертить расчетную схему (пример 7).
- 2 Соотношение площадей приточных и вытяжных проемов принять равным 1,25, т. е. площадь приточных больше вытяжных проемов на 25 %.
- 3 Определить:
  - а) необходимый воздухообмен в зале ожидания по тепловыделениям и количеству выделяемого углекислого газа. В дальнейших расчетах используется наибольшее значение воздухообмена.

Воздухообмен по тепловыделениям, м<sup>3</sup>/ч,

$$L_{\text{теп}} = \frac{Q_{\text{теп}}}{\rho c (t_{\text{yx}} - t_{\text{пр}})},$$

где  $Q_{\text{теп}}$  – выделение избыточного тепла в помещении, кДж/ч,

$$Q_{\text{теп}} = Nq_{\text{чел}};$$

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$c$  – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·град.), принимается 1,005;

$t_{\text{yx}}$ ,  $t_{\text{пр}}$  – соответственно температура удаляемого (уходящего) и приточного воздуха, °С, для условий задачи принимается  $t_{\text{пр}} = t_{\text{н}}$ .

Воздухообмен по выделениям углекислого газа, м<sup>3</sup>/ч, находящимися в зале ожидания вокзала пассажирами,

$$L_{\text{CO}_2} = \frac{\sum N_i L_{\text{ч. CO}_2 i}}{K_{\text{уд}} - K_{\text{пр}}},$$

где  $L_{\text{ч. CO}_2 i}$  – количество углекислого газа, выделяемое одним человеком, л/ч.

Выделение углекислого газа взрослым человеком в состоянии покоя или умственной работы – 23 л/ч (45 г/ч), при легкой физической работе – 30 л/ч (60 г/ч); детьми 12 л/ч (24 г/ч);

$K_{уд}$ ,  $K_{пр}$  – концентрация углекислого газа в удаляемом и приточном воздухе;  $K_{уд} = 1,25 \text{ л/м}^3$ ;  $K_{пр}$  в воздухе больших городов в среднем  $0,5 \text{ л/м}^3$ , небольших городов –  $0,4 \text{ л/м}^3$ ;

б) расстояние от нейтральной плоскости до центра верхних и нижних фрамуг, м, соответственно:

$$h_{вв} = \frac{H}{\left(\frac{f_{в}}{f_{п}}\right)^2 \frac{\rho_{yx}}{\rho_{н}} + 1}; \quad h_{вн} = \frac{H}{\left(\frac{f_{п}}{f_{в}}\right)^2 \frac{\rho_{н}}{\rho_{yx}} + 1},$$

где  $f_{в}$ ,  $f_{п}$  – соответственно площади вытяжных и приточных отверстий,  $\text{м}^2$ ;

$\rho_{yx}$ ,  $\rho_{н}$  – плотность воздуха соответственно удаляемого (уходящего) и наружного воздуха,  $\text{кг/м}^3$ ;

в) тепловой напор, Па, для вариантных условий:

$$P_{п} = h_{вв}g (\rho_{н} - \rho_{yx}) \quad \text{и} \quad P_{в} = h_{вн}g (\rho_{н} - \rho_{yx});$$

г) площади фрамуг и количество воздуха, входящего за счет аэрации.

Тепловой напор в приточных и вытяжных отверстиях равен динамическому напору, за счет которого воздух поступает в помещение и удаляется из него. Тогда из условий

$$P_{п} = P_{д}^{п} = \frac{\rho_{н} V_{п}^2}{2} \quad \text{и} \quad P_{в} = P_{д}^{в} = \frac{\rho_{yx} V_{yx}^2}{2}$$

находятся значения скорости воздуха в приточных и вытяжных отверстиях.

Количество воздуха (воздухообмен),  $\text{м}^3/\text{ч}$ , поступающее в помещение или удаляемое из него,

$$L_i = 3600 \mu_i f_i V_i,$$

где  $\mu_i$  – коэффициент расхода воздуха, зависящий от угла раскрытия фрамуг (форточек)  $\alpha$ ,  $\mu_i = 0,63 \sin \alpha$ .

Определить площади приточных и вытяжных отверстий, преобразовав формулу расчета  $L_i$ .

4 Произвести проверку выполненных расчетов. Следует сравнить соотношение площади приточных к площади вытяжных отверстий: при выполнении условия, приведенного в п. 2 указаний к решению задачи, расчет выполнен верно, при нарушении условия – проверить вычисления.

5 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

*Рекомендуемая литература:* [2, 3, 7, 16, 17, 20, 30, 38].

## ЗАДАЧА № 6

С целью снижения шума произвести расчет эффективности звукопоглощающих облицовок производственного помещения железнодорожной станции с внутренними источниками шума.

Стены помещения кирпичные оштукатуренные, окрашенные масляной краской, потолок и пол бетонные. Пол покрыт линолеумом. Окна двойные в деревянных переплетах. Двери деревянные размером 2,1×0,8 м.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

### Указания к решению задачи

1 Привести схему звукопоглощающей конструкции. Пример схемы облицовки ограждающих конструкций приведен в примере 3.

2 Самостоятельно выбрать звукопоглощающие материалы и для них определить коэффициенты звукопоглощения.

Перечень некоторых звукопоглощающих материалов и их характеристики приведены в приложении Е данного пособия.

3 Определить:

а) звукопоглощение для каждой октавной полосы при заданных материалах до облицовки  $A_1$ .

Величина  $A_1$  рассчитывается по формуле

$$A_1 = \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i,$$

где  $\alpha_i$  – коэффициент звукопоглощения  $i$ -го материала, определяется по таблице 22 [4];

$S_i$  – площадь  $i$ -го материала, м<sup>2</sup>;

б) то же, при выбранных материалах, но после облицовки. Рассчитывается аналогично предыдущему;

в) снижение шума для всех октавных полос, дБ,

$$\text{СШ} = 10 \cdot \lg \frac{A_2}{A_1}.$$

4 Полученные результаты свести в таблицу и сравнить с требованиями санитарных норм.

Предельно допустимые уровни (ПДУ) шума на рабочих местах в производственном помещении определить по таблице Г.1 данного пособия.

5 Сделать выводы (обобщить результаты расчета. При превышении расчетных уровней шума ПДУ необходимо предложить рекомендации по его устранению).

*Рекомендуемая литература:* [2, 3, 4, 8, 12, 16, 17, 20, 34, 38].

## **ЗАДАЧА № 7**

Для обеспечения безопасности производственного здания с заданными размерами произвести расчет его молниезащиты одиночным стержневым молниеотводом.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

### **Указания к решению задачи**

1 Привести расчетную схему молниеотвода. Пример схемы зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода представлен в приложении Н. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода строится с учетом рекомендаций ТКП 336–2011 «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций».

2 Определить высоту одиночного стержневого молниеотвода для заданной надежности защиты от ударов молнии  $P_3$ . Расчетные формулы для определения параметров молниеотвода приведены в таблице Н.1 данного пособия.

*Рекомендуемая литература:* [8, 16, 20, 38].

## **ЗАДАЧА № 8**

Для обеспечения своевременной и безопасной эвакуации людей при пожаре согласно требованиям норм проектирования определить расчетное и необходимое время эвакуации людей из помещений производственного здания.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

### **Указания к решению задачи**

1 Выбрать расчетную схему согласно данным в задании. Приблизительная схема эвакуации людей из производственных помещений представлена в примере 1 данного пособия или на рисунке XVII.2 [8].

2 Среднюю площадь горизонтальной проекции человека принять самостоятельно. В соответствии с нормами проектирования средняя площадь горизонтальной проекции человека принимается: взрослого в зимней одежде – 0,125, взрослого в летней одежде – 0,1, подростка – 0,07 м<sup>2</sup>.

3 Ширину дверного проема принять не менее 1,6 м.

4 Определить:

а) плотность людского потока на первом участке

$$D_1 = N_1 f / (l_1 \delta_1),$$

где  $N_1$  – число людей на первом участке, чел.;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека, м<sup>2</sup>;

$l_1$  – длина первого участка, м;

$\delta_1$  – ширина первого участка, м;

б) скорость движения  $v_i$  и интенсивность движения  $q_i$  людского потока по горизонтальному пути на первом участке устанавливаются по данным таблицы XVII.1 [8] и таблицы Б.2 данного пособия;

в) время движения людского потока на первом участке и последующих

$$t_i = l_i / v_i ;$$

г) интенсивность движения людского потока на участках пути и соответствующие скорости движения. Интенсивность движения людского потока в м/мин рассчитывается по формуле

$$q_i = q_{i-1} \delta_{i-1} / \delta_i .$$

По данным, приведенным в таблице XVII.1 [8] и таблице Б.2 данного пособия, устанавливаются значения скорости движения людского потока;

д) расчетное время, мин, эвакуации людей

$$t_{\text{расч}} = \sum t_i ,$$

где  $t_i$  – время движения людей по отдельному участку, мин;

е) необходимое время эвакуации людей устанавливается в соответствии с нормами проектирования по данным таблицы XVII.3 [8] и таблицы Б.1 данного пособия в зависимости от степени огнестойкости, категории производства по взрывопожароопасности и объема помещений.

5 Сделать выводы. Необходимо сравнить расчетное время эвакуации с необходимым. При нарушении условия безопасности предложите варианты решения эвакуации людей из производственного помещения.

*Рекомендуемая литература:* [3, 8, 16, 17, 20, 31, 38, 40].

## ЗАДАЧА № 9

С целью улучшения условий труда рассчитать технико-экономические характеристики осветительной установки для производственного помещения с общим равномерным освещением.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

### Указания к решению задачи

1 Расчет осветительной установки для производственного помещения выполнить по методу коэффициента использования светового потока осветительной установки.

Расчет системы освещения производственного помещения приведен в примере 4.

2 По ТКП 45-2.04-153–2009 «Естественное и искусственное освещение» установить:

а) нормированную освещенность на рабочей поверхности  $E_{\min}$  определить по приложению А [11]; рабочую поверхность принять на высоте 0,8 м от пола;

б) коэффициент запаса; содержание пыли и других примесей в воздушной среде принять самостоятельно по приложению Г [11].

3 Выбрать тип светильника согласно условиям среды в производственном помещении.

4 Определить расчетную высоту подвеса светильника

$$h_p = H - h_{p.п.},$$

где  $H$  – высота подвеса светильника над полом, м;

$h_{p.п.}$  – высота рабочей поверхности, м.

5 Найти индекс помещения и по справочным таблицам определить коэффициент использования светового потока осветительной установки.

Индекс помещения

$$i = \frac{S}{h_p (A + B)},$$

где  $S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$A, B$  – соответственно длина и ширина помещения, м.

Коэффициент использования светового потока  $\eta$  осветительной установки устанавливается по приложению Д [11] в зависимости от типа светильника и коэффициентов отражения потолка  $\rho_p$  и стен  $\rho_c$ .

6 Установить коэффициент  $Z$ , характеризующий неравномерность освещения и коэффициент затенения  $v$ . Значения коэффициентов принимаются самостоятельно в соответствии с рекомендациями п. 3.1.1 [11].

7 Рассчитать требуемый световой поток всех ламп и количество светильников по формуле

$$F_o = \frac{E_{\min} K S Z}{\eta v},$$

где  $E_{\min}$  – нормированная освещенность на рабочей поверхности, лк;

$K$  – коэффициент запаса;

$S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>.

Количество светильников

$$n_c = F_o / (n F_n),$$

где  $n$  – количество ламп в светильнике, шт. Для освещения производствен-

ных помещений используются двухламповые или четырехламповые светильники;

$F_{\text{л}}$  – световой поток лампы, лм. Значение выбирается по приложению В [11] в зависимости от типа и мощности лампы.

8 Привести схему размещения светильников, обеспечивающую равномерное распределение освещенности с учетом наимыгоднейшего относительного расстояния между ними. Рекомендации по размещению светильников в помещении приведены в п. 3.2 [11]. Схема размещения светильников приведена в примере 4.

9 Определить действительную освещенность рабочей поверхности

$$E_{\phi} = E_{\text{мин}}(n F_{\text{л}} / F_{\text{о}}).$$

10 Рассчитать суммарную установленную мощность осветительной установки с учетом количества источников света и их мощности.

11 Определить годовые затраты на потребляемую электроэнергию с учетом действующих тарифов и годового фонда рабочего времени.

*Рекомендуемая литература:* [2, 3, 6, 8, 11, 20, 33, 41].

### ЗАДАЧА № 10

С целью анализа производственного травматизма и разработки мероприятий по его предупреждению определить коэффициенты производственного травматизма (частоты, тяжести и средней тяжести) для производственного предприятия.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту. Расчет указанных коэффициентов приведен в примере 5.

#### Указания к решению задачи

1 Определить несчастные случаи, подлежащие учету в отчетные периоды. За отчетный период принять календарный год.

Несчастные случаи, в которых потеря трудоспособности имеет переходящий характер (из одного года в другой), учитываются в последующем году.

2 Рассчитать общее количество дней нетрудоспособности  $C$  по несчастным случаям за отчетные периоды.

3 Определить:

а) коэффициент частоты

$$K_{\text{ч}} = A \cdot 10^3 / Ч,$$

где  $A$  – число несчастных случаев, произошедших за отчетный период, включая случаи с временной (один день и более) нетрудоспособностью, с инвалидным исходом (до перевода на инвалидность), со смертельным исходом, случаи перевода на более легкую работу;

Ч – среднесписочное число работающих, чел.

б) коэффициент тяжести

$$K_T = C \cdot 10^3 / Ч,$$

где  $C$  – общее количество дней нетрудоспособности по несчастным случаям за отчетные периоды;

в) коэффициент средней тяжести

$$K_{\text{ср.т}} = C / A_1,$$

где  $A_1$  – число несчастных случаев за отчетный период, приведших к нетрудоспособности.

4 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

*Рекомендуемая литература:* [14, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 31, 32, 36, 38].

### **ЗАДАЧА № 11**

В соответствии с требованиями ТКП 474–2013 «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» определить категорию здания и одного из производственных помещений по взрывопожарной и пожарной опасности. При определении категории учитывать количество и взрывопожароопасные свойства находящихся на проектируемых объектах веществ и материалов.

Здание не оборудовано установками автоматического пожаротушения.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

#### **Указания к решению задачи**

1 Определить категорию помещения по взрывопожарной и пожарной опасности с учетом показателей горючих веществ и материалов.

Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности устанавливается по ТКП 474–2013 (таблица 7 [9] или по приложению Ж данного пособия). При этом необходимо учесть основные показатели заданных горючих веществ и материалов, обращающихся в помещении. Определение категории помещения осуществляется путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от высшей к низшей.

Если помещение по условию задания должно быть отнесено к пожароопасной категории (В1–В4), то по таблице 9 [9] или таблице Ж.2 данного пособия исходя из значения удельной пожарной нагрузки установить категорию пожароопасности.

Удельная пожарная нагрузка  $g$ , МДж·м<sup>-2</sup>, вычисляется из выражения

$$g = Q / S,$$

где  $Q$  – пожарная нагрузка, МДж, включающая в себя различные сочетания (смесь) материалов в пределах пожароопасного участка;

$S$  – площадь размещения пожарной нагрузки, м<sup>2</sup>.

2 Определить категорию производственного здания с учетом площадей помещений категорий А–Д, проводя последовательный анализ, начиная с категории А. Категория здания устанавливается по ТКП 474–2013, п. 2.4 [9] или приложению Ж данного пособия. При этом необходимо учитывать соотношения суммарной площади помещений соответствующей категории к общей площади всех помещений здания.

3 Сделать выводы (обобщить результаты расчетов и принятых решений).

*Рекомендуемая литература:* [9, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 31, 38, 40].

## ЗАДАЧА № 12

С целью разработки мероприятий и инженерных решений по снижению уровней шума на рабочих местах определить его уровни. Шум возникает при работе сортировочной станции в районе административно-технического здания и экранируется инженерным сооружением.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

### Указания к решению задачи

1 Привести расчетную схему. Схема для расчета эффективности экранирующего сооружения приведен в примере 6 и приложении К данного пособия.

2 Определить:

а) значение функции  $W$  на среднегеометрических частотах

$$W = \left( H + \frac{b(H-h)}{a} - K \right) \sqrt{\frac{2a \cos \alpha}{\lambda b(a+b)}},$$

где  $H$  – высота экрана, м;

$b$  – расстояние от экрана до здания, м;

$h$  – высота источника шума, м;

$a$  – расстояние от источника шума до экрана, м;

$K$  – высота от поверхности земли до окон здания, м;

$\alpha$  – угол прохода звуковой волны от источника над экраном, град.;

$\lambda$  – длина волны, м;

б) по графику, приведенному на рисунке 74 [4] или по таблице приложения К, установить величину снижения шума экраном  $L_{\text{эк}}$ , дБ, на среднегеометрических частотах;

в) снижение шума за счет расстояния и поглощения в воздухе  $L_{\text{расст}}$ , дБ, на среднегеометрических частотах:

$$L_{\text{расст}} = 20 \lg(a + b) + \Delta + 8,$$

где  $\Delta$  – величина затухания шума за счет поглощения звуковых колебаний в воздушной среде, дБ, рассчитывается:

$$\Delta = 6 \cdot 10^{-6} f(a + b),$$

$f$  – частота звуковых колебаний (среднегеометрические частоты), Гц;

г) уровни шума в районе административно-технического здания на среднегеометрических частотах

$$L_{\text{р.т}} = L_{\text{ист}} - L_{\text{эк}} - L_{\text{расст}},$$

где  $L_{\text{ист}}$  – уровень шума, создаваемый источником на среднегеометрической октавной частоте, дБ;

3 Установить предельно допустимые уровни шума в районе административно-технического здания на основании данных, представленных в таблице Г.1 данного пособия.

4 Сравнить расчетные значения уровней шума в районе здания с предельно допустимыми уровнями по санитарным нормам и правилам.

5 Сделать выводы (обобщить результаты расчетов, при превышении норм дать рекомендации по снижению уровней шума на территории).

*Рекомендуемая литература:* [2, 3, 4, 12, 16, 17, 20, 34, 38].

### ЗАДАЧА № 13

Определить возможный рост производительности труда после внедрения комплекса мероприятий по улучшению условий труда на предприятии (см. пример 2).

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

#### Указания к решению задачи

1 Определить фактический коэффициент условий труда на предприятии

$$K_{\text{ут}}^{\text{ф}} = \frac{\sum K_{\text{ут}i}}{N},$$

где  $K_{\text{ут},i}$  – коэффициент условий труда по  $i$ -му фактору

$$K_{y_{тj}} = \frac{\sum_{i=1}^m a_j n_j}{\sum_{i=1}^m n_j},$$

$a_j$  – индекс отклонения фактических условий труда от нормативных по  $j$ -му фактору;

$n_j$  – число рабочих мест, на которых изучалось состояние условий труда по  $j$ -му фактору.

2 Для заданных условий рассчитать возможный рост производительности труда после внедрения комплекса мероприятий по улучшению условий труда на предприятии

$$\Delta\Pi_{т} = \frac{K_{ут}^{пр} - K_{ут}^{\phi}}{K_{от}}.$$

3 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

*Рекомендуемая литература:* [16, 17, 18, 20, 21, 31, 38].

### ЗАДАЧА № 14

Рассчитать эффективность и гидравлическое сопротивление двухступенчатой установки для очистки запыленного воздуха, выбрасываемого в атмосферу от технологического оборудования. В качестве первой ступени очистки предусмотрен циклон ЦН-15, а в качестве второй ступени – рукавный фильтр.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

#### Указания к решению задачи

1 Определить допустимое содержание пыли в воздухе, выбрасываемом в атмосферу:

$$C_k = (160 - 4L) K,$$

где  $L$  – объем выбрасываемого в атмосферу воздуха, тыс. м<sup>3</sup>/ч;

$K$  – коэффициент, зависящий от ПДК пыли в воздухе рабочей зоны (приведен в задании).

2 Определить требуемую степень очистки, %, воздуха от пыли

$$\eta = \frac{C_n - C_k}{C_n} \cdot 100.$$

3 Рассчитать общую эффективность, %, двухступенчатой очистки воздуха:

$$\eta_{общ} = [1 - (1 - \eta_1) (1 - \eta_2)] \cdot 100,$$

где  $\eta_1, \eta_2$  – эффективность очистки соответственно на первой и второй ступенях в относительных единицах (например,  $\eta_1 = 0,85$ ).

4 Вычислить условную скорость движения воздуха в поперечном сечении первой ступени очистки в циклоне:

$$v = L_{\text{ц}} / (\pi d^2 / 4),$$

где  $L_{\text{ц}}$  – производительность циклона, м<sup>3</sup>/с. Значение  $L_{\text{ц}}$  можно принимать равным  $L$ , которое дано в задании.

5 Рассчитать гидравлическое сопротивление первой ступени очистки в циклоне, Па:

$$R_{\text{ц}} = \zeta \rho v^2 / 2 ,$$

где  $\zeta$  – коэффициент гидравлического сопротивления циклона, который можно принять равным 160;

$\rho$  – плотность воздуха при заданной температуре, кг/м<sup>3</sup>. При решении задачи температуру воздуха принять равной  $t = 20$  °С, а плотность в кг/м<sup>3</sup> можно определить из выражения  $\rho_t = 353 / (t + 273)$ .

6 Определить общее сопротивление, кПа, двухступенчатой установки для очистки воздуха от пыли

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 ,$$

где  $R_1, R_2$  – значения гидравлического сопротивления соответственно на первой и второй ступенях очистки, кПа.

*Рекомендуемая литература:* [2, 3, 7, 8, 15, 20].

### ЗАДАЧА № 15

Руководствуясь ТКП 45-2.02-279–2013 «Здания и сооружения. Эвакуация людей при пожаре. Строительные нормы проектирования», определить тип и характеристики системы оповещения для своевременной и безопасной эвакуации работников из производственного здания.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

#### Указания к решению задачи

1 При решении задачи необходимо использовать данные, приведенные в приложении М. С учетом требований ТКП 45-2.02-279–2013 и приложения М данного пособия установить назначение систем оповещения о пожаре на производственном объекте и способы управления эвакуацией людей.

2 Привести требования к системам оповещения на производственных объектах класса Ф5 (характеристика класса Ф5 приведена в приложении Л данного пособия).

3 С учетом заданных исходных данных, пользуясь данными таблицы М.1 данного пособия выбрать рекомендуемый тип системы оповещения.

4 Пользуясь приложением М (таблица М.2) данного пособия, привести полную характеристику выбранной системы оповещения.

*Рекомендуемая литература:* [3, 20, 38, 40].

## ЗАДАЧА № 16

В соответствии с действующими нормами проектирования (ТКП 45-2.02-138–2009 «Противопожарное водоснабжение. Строительные нормы проектирования») рассчитать расход воды на тушение пожаров для проектируемого хозяйственно-противопожарного водопровода, предназначенного для обслуживания производственного объекта и населенного пункта.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

### Указания к решению задачи

1 Здания производственного предприятия отнести к I и II степеням огнестойкости.

2 По ТКП 45-2.02-138–2009 «Противопожарное водоснабжение. Строительные нормы проектирования» или по приложению И данного пособия, установить возможное количество пожаров и время их тушения.

Расчетное количество одновременных пожаров на производственных предприятиях зависит от занимаемой площади объекта и определяется по ТКП 45-2.02-138–2009 или по приложению И (таблица И.1) данного пособия.

Продолжительность тушения пожаров зависит от степени огнестойкости здания и категории взрывопожароопасности и определяется по ТКП 45-2.02-138–2009. Расчетная продолжительность тушения пожара должна приниматься равной 3 ч, а для зданий I–IV степеней огнестойкости категорий В4, Г1, Г2 и Д продолжительность тушения пожара – 2 ч.

3 Используя данные приложения И данного пособия, определить:

а) объемы воды на наружное и внутреннее пожаротушение на территории производственного предприятия (устанавливается по ТКП 45-2.02-138–2009):

$$W_n = \frac{3600 Q_n \tau_r n}{1000},$$

где  $W_n$  – объем воды на наружное пожаротушение, м<sup>3</sup>;

$Q_n$  – расход воды на наружное пожаротушение, л/с;

$\tau_r$  – нормативная продолжительность тушения пожара, ч;

$n$  – количество одновременных пожаров;

$$W_{вн} = \frac{3600 Q_{вн} \tau_r c}{1000},$$

где  $W_{вн}$  – объем воды на внутреннее пожаротушение, м<sup>3</sup>;

$Q_{вн}$  – расход воды на внутреннее пожаротушение, л/с;

$\tau_r$  – нормативная продолжительность тушения пожара, ч;

$c$  – количество струй при внутреннем пожаротушении;

б) расходы воды на пожаротушение в населенном пункте и на территории производственного объекта определяются по ТКП 45-2.02-138–2009 (таблицы И.1–И.4 данного пособия);

в) общий объем воды на пожаротушение с учетом продолжительности тушения в соответствии с требованиями ТКП 45-2.02-138–2009 должен учитывать объемы на наружное и внутреннее пожаротушение;

г) неприкосновенный противопожарный запас воды и максимальный срок его восстановления (устанавливается по ТКП 45-2.02-138–2009). Максимальный срок восстановления неприкосновенного пожарного объема воды в населенных пунктах и на промышленных предприятиях со зданиями категорий А, Б, В1–В3 должен быть не более 24 ч, а на предприятиях со зданиями категорий В4, Г1, Г2 и Д – 36 ч. Для предприятий с расходами воды на наружное пожаротушение 20 л/с и менее допускается увеличивать время восстановления неприкосновенного пожарного объема при наличии зданий категорий В4, Г1, Г2 и Д до 48 ч, а при наличии зданий категорий В1–В3 – 36 ч.

4 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

*Рекомендуемая литература:* [3, 8, 16, 17, 20, 31, 38, 40].

### ЗАДАЧА № 17

Рассчитать толщину резиновых прокладок под энергетическую установку для защиты фундамента и рабочего места от динамических воздействий в производственном помещении. Решение задачи приведено в примере 9.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

#### Указания к решению задачи

1 Привести расчетную схему установки. Пример схемы виброизоляции энергетической установки приведен на рисунке 79 [4].

В качестве виброамортизаторов принять резину средней жесткости или специальных сортов.

2 Определить:

а) частоту вынужденных колебаний, Гц,

$$f = n / 60,$$

где  $n$  – число оборотов вала электродвигателя, об/мин;

б) частоту собственных колебаний установки на амортизаторах

$$f_0 = \frac{5}{\sqrt{X_{ст}}},$$

где  $X_{ст}$  – статическая осадка амортизаторов под воздействием веса установки, см;

в) статическую осадку амортизаторов  $X_{ст}$ , задавшись значением толщины прокладки  $h$ , см, из выражения

$$X_{ст} = \frac{h\sigma}{E_D},$$

где  $h$  – толщина прокладки, см;

$\sigma$  – допустимое напряжение в материале виброизолятора, МПа;

$E_D$  – динамический модуль упругости материала, МПа;

г) соотношение частот вынужденных и собственных колебаний. Величина  $f/f_0$  по условию отсутствия резонанса должна принимать значения от 2 до 5.

При выполнении условия толщина прокладки принимается окончательно, а при нарушении условия – изменить значение  $h$  и повторить расчет.

3 Рассчитать площадь всех виброамортизаторов и их размеры под установку. Суммарная площадь виброамортизаторов

$$S = P / \sigma,$$

где  $P$  – вес установки, МН;

$$P = (m_{пл} + m_{уст}) g \cdot 10^{-6},$$

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

При определении размеров отдельных прокладок следует учесть, что размеры сторон виброамортизатора не должны превышать его толщину (высоту) в 2–3 раза.

4 Определить коэффициент виброизоляции, %,

$$K = \frac{9 \cdot 10^6}{X_{ст} n^2}.$$

5 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

*Рекомендуемая литература:* [2, 3, 4, 13, 16, 17, 20, 31, 38].

### ЗАДАЧА № 18

Определить эффективность внедрения комплекса мероприятий по научной организации труда, позволяющих повысить безопасность выполнения работ на производственном объекте.

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

#### Указания к решению задачи

1 Принять годовой фонд времени  $\Phi_{р.в}$  одного работника 234 дня.

2 Нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности  $E_n = 0,12$ .

3 Определить:

а) относительную экономию численности работников  $N_ч$ , %, в результате сокращения потерь времени

$$N_ч = \frac{n_1 - n_2}{\Phi_{р.в}};$$

б) прирост производительности труда  $\Pi_T$ , %,

$$\Pi_T = \frac{N_{\text{ч}}}{N_{\text{р}} - N_{\text{ч}}} \cdot 100 \% .$$

4 Вычислить экономию от сокращения производственного травматизма и профессиональных заболеваний за год  $\mathcal{E}_T$ , у.е.,

$$\mathcal{E}_T = (n_1 - n_2) R_y .$$

5 Определить годовой экономический эффект  $\mathcal{E}_0$ , у.е.,

$$\mathcal{E}_0 = \mathcal{E}_T - \Delta - E_{\text{н}} A .$$

6 Рассчитать срок окупаемости внедряемого комплекса мероприятий

$$T = \frac{A}{\mathcal{E}_T - \Delta} .$$

7 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

*Рекомендуемая литература:* [3, 16, 17, 18, 21, 31, 38].

### ЗАДАЧА № 19

Для обеспечения безопасного выполнения работ по подъему и перемещению груза рассчитать и подобрать стандартный строп из стального каната заданной массы (в примере 8 данного пособия приводится решение задачи).

Исходные данные для решения задачи выдаются преподавателем по варианту.

#### Указания к решению задачи

1 Привести схему строповки груза. Желательно подобрать груз, относящийся к сфере вашей деятельности. Пример схемы для расчета усилий в ветвях каната приведен в примере или рисунке III.3 [8].

2 Маркировочную группу каната по временному сопротивлению разрыву принять самостоятельно из следующих значений: 1400, 1600, 1700 или 1800 МПа.

3 Определить натяжение, возникающее в каждой ветви стропа (без учета динамической нагрузки),  $H$ ,

$$S = Q / (n \cos \alpha),$$

где  $Q$  – вес поднимаемого груза,  $H$ ,  $Q = mg$ ;

$m$  – масса поднимаемого груза, кг;

$n$  – общее число ветвей стропа;

$\alpha$  – угол наклона каната к вертикали, град.

4 Вычислить расчетное разрывное усиление в ветви стропа,  $H$ ,

$$R = Sk_3,$$

где  $k_3$  – коэффициент запаса прочности, который определяется с учетом рекомендаций (таблицы А.1 и А.2 данного пособия).

5 Рассчитать длину ветвей стропа в зависимости от приведенной схемы строповки, используя тригонометрические функции.

6 Подобрать по ГОСТу диаметр каната и привести условное обозначение каната для стропов. Используя таблицу III.1 [8] или таблицу А.3 данного пособия, по разрывному усилию выбрать канат (расчетное разрывное усилие должно быть меньше временного сопротивления разрыву и ближайшее к нему по значению) и установить его технические данные.

7 Указать браковочные признаки каната. Браковочные признаки приведены в Правилах устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

8 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

*Рекомендуемая литература:* [8, 16, 17, 20, 25, 31, 38].

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(справочное)

**Данные для расчета и подбора стальных канатов,  
стропов и чалочных приспособлений**

**Т а б л и ц а А.1 – Значения коэффициента  $k$ , зависящего от угла наклона ветви стропы к вертикали  $\alpha$**

$\alpha$ , град	0	15	30	45	60
$k$	1	1,03	1,15	1,42	2,0

**Т а б л и ц а А.2 – Наименьший допустимый коэффициент запаса прочности стальных канатов  $k_3$**

Назначение каната	$k_3$
Для стропов с обвязкой или зацепкой крюками или серьгами	6,0
Для грузовых канатов:	
– с ручным приводом	4,0
– с машинным приводом:	
легкий режим	5,0
средний режим	5,5
тяжелый режим	6,0
Для полиспастов грузоподъемностью от 5 до 50 т	5,0

**Т а б л и ц а А.3 – Техническая характеристика стальных канатов**

Разрывное усилие, в ньютонах

Диаметр каната, мм	Масса 100 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву, МПа			
		1400	1600	1700	1800
Канат типа ТК6х37(1+6+12+18) + 1 о.с. (ГОСТ 3071–74)					
9	27,35	–	36850	39150	41450
11,5	42,7	–	57500	61050	62550
13,5	61,35	–	82400	87700	89600
15	83,45	98400	112000	119000	122000
18	109	128000	146500	155500	159500
20	138	162000	185500	197000	202000
22,5	170,5	200000	229000	243500	249000
24,5	206	242500	277000	294500	301500
27	245,5	289000	330500	351000	360000
29	288	339000	387500	412000	422000
31,5	334	393500	449500	478000	489500
33,5	383,5	451500	516500	548500	561500
36,5	436	514000	587500	624000	639500
38	492	580000	662500	704000	721500
39,5	551,5	650000	743000	789500	808500
Канат типа ТК6х19(1+6+12) + 1 о.с. (ГОСТ 3070–74)					
11	43,3	52550	60050	63850	65800

Продолжение таблицы А.3

Диаметр каната, мм	Масса 100 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву, МПа			
		1400	1600	1700	1800
14,5	71,5	86700	99000	105000	108000
17,5	107	129000	147500	157000	161500
19,5	127,5	154500	176500	187500	193500
21	149,5	1810000	207000	220000	227000
22,5	173,5	210000	240000	255000	263000
24	199	241000	275500	292500	302000
27	255,5	309500	354000	376000	387500
29	286	347000	396500	421500	434000
32	353	428000	489500	520000	536000
35	427	518000	592000	614500	648000
38,5	508	616000	704000	748000	771000
Канат типа ЛКР 6х19=114 (ГОСТ 2688-80)					
9,1	305	–	42350	45350	46400
11	461,6	–	64150	68150	70250
13	596	72550	82950	88100	90850
15	844,5	102500	117000	124500	128500
18	1220	148000	169500	180 000	185500
19,5	1405	170500	195000	207500	213500
21	1635	198500	227000	241000	248500
22,5	1850	224500	256500	272500	281000
24	2110	256000	293000	311000	320500
28	2911	354000	404500	430000	433000
30,5	3490	610000	485000	515000	531000
32	3845	424000	534500	567500	585000
37	5016	467500	697000	740500	763500
39,5	5740	698000	797500	847000	873500
Канат типа ЛК 6х19=114 (ГОСТ 3077-80)					
11,5	487	–	67500	71750	73950
13	597,5	–	82850	88050	90750
15	852,5	139500	118000	125500	129500
17,5	1155	–	159500	169500	175000
19,5	1370	1666000	189500	201500	208000
22	1745	211500	241500	256500	264500
25,5	2390	290000	331500	352000	363000
28	2880	349000	399000	424000	437000
32,5	3990	484 000	553000	587500	605000
Канат типа ТЛК 6х37 = 222 (ГОСТ 3079-80)					
15,5	851,5	–	116000	123500	127000
17	1065	–	145000	154500	159000
19,5	1450	161000	184000	195500	201500

Окончание таблицы А.3

Диаметр каната, мм	Масса 100 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву, МПа			
		1400	1600	1700	1800
21,5	1670	199000	227500	242000	249500
25	2245	268000	306500	325500	335500
29	3015	360500	412000	437500	451000
30,5	3405	407000	465000	494000	509500
33	3905	466500	533000	566500	583500
35	4435	530000	605500	643500	663500
39	5395	645000	737000	4783000	807500

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(справочное)

**Данные для расчета и определения эффективности путей эвакуации по ТКП 45-2.02-279–2013 «Здания и сооружения. Эвакуация людей при пожаре»**

Эвакуационные выходы должны располагаться рассредоточенно. При этом минимальное расстояние  $L$ , м, между наиболее удаленными один от другого выходами из помещения должно быть равно  $L \geq 1,5\sqrt{P}$  (где  $P$  – периметр помещения, м). Двери на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания. Высота путей эвакуации и дверей в свету должна быть не менее 2 м. Ширина эвакуационных выходов из помещений принимается по ТКП 45-2.02-279–2013 в зависимости от количества людей на 1 м ширины выхода.

**Т а б л и ц а Б.1 – Необходимое время эвакуации из помещений производственных зданий**

Категория производства	Объем помещения, тыс, м <sup>3</sup>				
	до 15	30	40	50	60 и более
А, Б	0,50	0,75	1	1,50	1,75
В1...В4	1,25	2	2	2,50	3
Г1, Г2, Д	Не ограничивается				

**Т а б л и ц а Б.2 – Значения скорости и интенсивности движения людского потока по горизонтальному пути в зависимости от плотности**  
В метрах в минуту

Плотность потока $D_i$ , м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Горизонтальный путь		Дверной проем	Лестница вниз		Лестница вверх	
	Интенсивность $q$	Скорость $v$	Интенсивность $q$	Интенсивность $q$	Скорость $v$	Интенсивность $q$	Скорость $v$
0,01	1,0	100,0	1,0	1,0	100,0	0,6	60,0
0,05	5,0	100,0	5,0	5,0	100,0	3,0	60,0
0,10	8,0	80,0	8,7	9,5	95,0	5,3	53,0
0,20	12,0	60,0	13,4	13,6	68,0	8,0	40,0
0,30	14,1	47,0	16,5	15,6	52,0	9,6	32,0
0,40	16,0	40,0	18,4	16,0	40,0	10,4	26,0
0,50	16,5	33,0	19,6	15,5	31,0	11,0	22,0
0,60	16,2	27,0	18,5	14,4	24,0	10,8	18,0
0,70	16,1	23,0	18,0	12,6	18,0	10,5	15,0
0,80	15,2	19,0	17,3	10,4	13,0	10,4	13,0
0,90 и более	13,5	15,0	8,5	7,2	8,0	9,9	11,0

*ПРИЛОЖЕНИЕ В*  
*(справочное)*

**Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ  
в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005–88)**

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Углерода оксид	20,0	IV
Азота оксиды (азота диоксид)	2,0	III
Серная кислота	1,0	II
Бензин	100,0	IV
Окись марганца	0,2	II
Сернистый ангидрид	10,0	III
Железа оксид	6,0	III
Пыль кремния (кремния диоксид)	1,0	III
Керосин	300,0	IV
Шлак угольный	10,0	III
Сода кальцинированная	2,0	III
Метанол (спирт метиловый)	5,0	III
Этанол (спирт этиловый)	1000,0	IV
Аммиак	20,0	IV
Ацетон	200,0	IV
Двуокись свинца	0,01	I

ПРИЛОЖЕНИЕ Г  
(справочное)

**Нормирование шума по Санитарным правилам и нормам 115–2011  
«Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых,  
общественных зданий и на территории жилой застройки»**

Т а б л и ц а Г.1 – **Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест**

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1 Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2 Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, измерительные и аналитические работы в лаборатории; рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3 Работа, требующая сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами. Рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления, без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Продолжение таблицы Г.1

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных по- лосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквива- лентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
4 Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа. Рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону; машинописных бюро, на участках точной сборки, телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, залах обработки информации на вычислительных машинах	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
5 Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в пп. 1–4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах и территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
<i>Подвижной состав железнодорожного транспорта</i>										
6 Рабочие места в кабинах машинистов тепловозов, электровозов, поездов метрополитена, дизель-поездов и автомотрис	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
7 Рабочие места в кабинах машинистов скоростных и пригородных электропоездов	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
8 Помещения для персонала вагонов поездов дальнего следования, служебных помещений, рефрижераторных секций, вагонов-электростанций, помещений для отдыха багажных и почтовых отделений	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
9 Служебные помещения багажных и почтовых вагонов, вагонов-ресторанов	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70

Окончание таблицы Г.1

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных по- лосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквива- лентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
<i>Морские, речные, рыбопромысловые и другие суда</i>										
10 Рабочая зона в помещениях энергетического отделения судов с постоянной вахтой (помещения, в которых установлена главная энергетическая установка, котлы, двигатели и механизмы, вырабатывающие энергию и обеспечивающие работу различных систем и устройств)	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
11 Рабочие зоны в центральных постах управления (ЦПУ) судов (звукоизолированные), помещениях, выделенных из энергетического отделения, в которых установлены контрольные приборы, средства индикации, органы управления главной энергетической установкой и вспомогательными механизмами	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
12 Рабочие зоны в служебных помещениях судов (рулевые, штурманские, багермейстерские рубки, радиорубки и др.)	89	75	66	59	54	50	47	45	44	55
<i>Автобусы, грузовые, легковые и специальные автомобили</i>										
13 Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
14 Рабочие места водителей и обслуживающего персонала (пассажиров) легковых автомобилей и автобусов	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
<i>Сельскохозяйственные машины и оборудование, строительно-дорожные, мелиоративные и другие аналогичные виды машин</i>										
15 Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов, самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и других аналогичных машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

**Т а б л и ц а Г.2 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки**

Назначение помещений или территорий	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровни звука $L_A$ и эквивалентные уровни звука $L_{Aeq,T}$ , дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1 Классные помещения, учебные кабинеты, учительские комнаты, аудитории школ и др. учебных заведений, конференц-залы, читательские залы библиотек												
		79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	
2 Номера гостиниц и жилые комнаты общежитий	С 7 до 23 ч	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	
	С 23 до 7 ч	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	
3 Территории, непосредственно прилегающие к зданиям гостиниц и общежитий	С 7 до 23 ч	93	79	70	63	59	55	53	51	49	60	
	С 23 до 7 ч	86	71	61	54	49	45	42	40	39	50	
4 Площадки отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, площадки детских дошкольных учреждений, школ и др. учебных заведений												
		83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
(справочное)

**Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест  
по Санитарным правилам и нормам 2.2.4/2.1.8.10-33-2002  
«Производственная вибрация, вибрация в помещениях  
жилых и общественных зданий»**

Предельно допустимые значения по осям $X_o$ , $Y_o$ , $Z_o$	Среднегеометрические частоты полос, Гц						Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни
	2,0	4,0	8,0	16,0	31,5	63,0	
Технологическая категория 3, тип «а»							
Виброускорение: м/с <sup>2</sup> дБ	0,14 53	0,10 50	0,10 50	0,20 56	0,40 62	0,80 68	0,10 50
Виброскорость: м/с · 10 <sup>-2</sup> дБ	1,30 108	0,45 99	0,22 93	0,20 92	0,20 92	0,20 92	0,20 92
Технологическая категория 3, тип «в»							
Виброускорение: м/с <sup>2</sup> дБ	0,020 36	0,014 33	0,014 33	0,028 39	0,056 45	0,112 51	0,014 33
Виброскорость: м/с · 10 <sup>-2</sup> дБ	0,180 91	0,063 82	0,032 76	0,028 75	0,028 75	0,028 75	0,028 75

Общая вибрация 3-й категории – технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

К источником технологической вибрации относят: станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, стационарные электрические установки, насосные агрегаты и вентиляторы, оборудование промышленности стройматериалов (кроме бетоноукладчиков).

Общую вибрацию категории 3 по месту действия подразделяют на следующие типы:

- а) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;
- б) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;
- в) на рабочих местах в административных и служебных помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**  
(справочное)

**Коэффициенты звукопоглощения  $\alpha$  различных конструкций  
и материалов**

Конструкции, материалы	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Окна двойные в деревянных переплетах	0,28	0,35	0,35	0,29	0,20	0,14	0,10	0,06	0,04
Дверные проемы	0,25	0,28	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	0,40	0,35
Пол паркетный	0,01	0,15	0,20	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06
Пол бетонный	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Стены и потолки оштукатуренные и окрашенные	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
<i>Звукопоглощающие материалы и конструкции</i>									
Плиты минераловатные акустические 500×500	0,02	0,02	0,03	0,17	0,68	0,98	0,86	0,45	0,20
Маты из супертонкого базальтового волокна	0,09	0,10	0,20	0,85	0,9	0,95	0,93	0,92	0,92
Минераловатная плита с перфорированным покрытием	0,08	0,10	0,18	0,63	0,90	0,94	0,98	0,98	0,95
Супертонкое стекловолоконно с перфорированным покрытием	0,2	0,50	0,93	0,97	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97

*ПРИЛОЖЕНИЕ Ж*  
*(справочное)*

**Категорирование производственных помещений и зданий  
по взрывопожарной и пожарной опасности по ТКП 474–2013**

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей Ж.1.

Категорий помещения следует определять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведенным в таблице Ж.1, от высшей (А) к низшей (Д).

**Т а б л и ц а Ж.1 – Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности**

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А (взрывопожароопасная)	Горючие газы (далее – ГГ), легковоспламеняющиеся жидкости (далее – ЛВЖ) с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б (взрывопожароопасная)	Горючие пыли или волокна, ЛВЖ с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости (далее – ГЖ) в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пыле- или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1–В4 (пожароопасные)	ГГ, ЛВЖ, ГЖ и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом взрываться и гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г1	ГГ, ЛВЖ, ГЖ, твердые горючие вещества и материалы, которые сжигаются или утилизируются в процессе контролируемого горения в качестве топлива
Г2	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии, горючие и трудногорючие вещества и материалы в таком количестве, что удельная пожарная нагрузка на участке их размещения в помещении не превышает 100 МДж/м <sup>2</sup> , а пожарная нагрузка в пределах помещения – 1000 МДж

Таблица Ж.2 – **Определение пожароопасных категорий помещений В1–В4 в зависимости от удельной пожарной нагрузки  $q$**

Категория	Удельная пожарная нагрузка на участке, МДж · м <sup>-2</sup>	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1400–2200	По требованиям п 5.3.2 ТКП 474–2013
В3	200–1400	”
В4	100–200	На любом участке пола помещения площадью не более 10 м <sup>2</sup> . Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно требованиям п. 5.3.4 ТКП 474–2013

### **Определение категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности**

Категорирование зданий по взрывопожарной и пожарной опасности осуществляется путем последовательного анализа соответствия их той или иной категории с высшей (А) к низшей (Д). При этом учитывается отношение суммарной площади помещений рассматриваемых категорий к площади всех помещений в здании. При оборудовании помещений установками автоматического пожаротушения указанное выше отношение площадей увеличено действующими Нормами пожарной безопасности.

Здание относится к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в нем превышает 5 % площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>. Здание не относится к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений, но не более 1000 м<sup>2</sup>, при этом помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены два условия: 1) здание не относится к категории А; 2) суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммарной площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>. Здание не относится к категории Б, если суммарная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений, но не более 1000 м<sup>2</sup>, при этом помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категориям В1–В4, если одновременно выполнены два условия: 1) здание не относится к категориям А или Б; 2) суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5 % (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений. Здание не относится к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б и В в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений, но не более 3500 м<sup>2</sup>, при этом помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категориям Г1–Г2, если одновременно выполнены два условия: 1) здание не относится к категориям А, Б или В; 2) суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г превышает 5 % суммарной площади всех помещений. Здание не относится к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений, но не более 5000 м<sup>2</sup>.

Здание относится к категории Д, если оно не относится к категориям А, Б, В или Г.

**ПРИЛОЖЕНИЕ И**  
(справочное)

**Расчет противопожарного водоснабжения по ТКП 43-2.02-138–2009**  
**«Противопожарное водоснабжение. Строительные нормы проектирования»**

**Т а б л и ц а И.1 – Расход воды и количество одновременных пожаров в населенном пункте**

Число жителей в населенном пункте, тыс. чел.	Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар), л/с, в населенном пункте при застройке зданиями высотой	
		не более двух этажей	три этажа и более
До 1 включ.	1	5	10
Св. 1 “ 10 “	1	10	15
“ 10 “ 25 “	2	10	15
“ 25 “ 50 “	2	20	25
“ 50 “ 100 “	2	25	35
“ 100 “ 200 “	3	–	40
“ 200 “ 300 “	3	–	55
“ 300 “ 400 “	3	–	70
“ 400 “ 500 “	3	–	80
“ 500 “ 600 “	3	–	85
“ 600 “ 700 “	3	–	90
“ 700 “ 800 “	3	–	95
“ 800 “ 1000 “	3	–	100

В расчетное количество одновременных пожаров в населенном пункте включаются пожары на промышленных предприятиях, расположенных в пределах населенного пункта. При этом в расчетный расход воды следует включать соответствующие расходы воды на пожаротушение на этих предприятиях, но не менее указанных в приведенной выше таблице И.1.

**Т а б л и ц а И.2 – Расходы воды на наружное пожаротушение производственных зданий с фонарями и без фонарей шириной до 60 м**

Степень огнестойкости зданий	Категория зданий по взрывопожарной и пожарной опасности	Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар), л/с, производственных зданий с фонарями, а также без фонарей шириной до 60 м при строительном объеме зданий, тыс. м <sup>3</sup>						
		до 3	св. 3 до 5	св. 5 до 20	св. 20 до 50	св. 50 до 200	св. 200 до 400	св. 400 до 600
I–IV	B4, Г1, Г2, Д	10*	10*	10	10	15	20	25
I–IV	A, Б, В1–В3	10	10	15	20	30	35	40
V, VI	Г1, Г2, В4, Д	10	10	15	25	35	–	–
V, VI	В1–В3	10	15	20	30	40	–	–
VII, VIII	Г1, Г2, В4, Д	10	15	20	30	–	–	–
VII, VIII	В1–В3	15	20	25	40	–	–	–

\* Для зданий класса Ф5.3 расход воды на один пожар принимать 5 л/с.

**Т а б л и ц а И.3 – Расходы воды на наружное пожаротушение производственных зданий без фонарей шириной более 60 м**

Степень огнестойкости зданий	Категория зданий по взрывопожарной и пожарной опасности	Расход воды на наружное пожаротушение (на один пожар), л/с, производственных зданий без фонарей шириной более 60 м при строительном объеме зданий, тыс. м <sup>3</sup>								
		до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 200	св. 200 до 300	св. 300 до 400	св. 400 до 500	св. 500 до 600	св. 600 до 700	св. 700 до 800
I–IV	A, Б, В1–В3	20	30	40	50	60	70	80	90	100
I–IV	В4, Г1, Г2, Д	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Расчетное количество одновременных пожаров на промышленном предприятии необходимо принимать в зависимости от занимаемой им площади: один пожар – при площади до 150 га, два пожара – при площади более 150 га.

**Т а б л и ц а И.4 – Расходы воды на внутреннее пожаротушение в производственных и складских зданиях высотой до 50 м**

Степень огнестойкости зданий	Категория зданий по взрывопожарной и пожарной опасности	Число струй и минимальный расход воды (на одну струю), л/с, на внутреннее пожаротушение в зданиях классов Ф5.1–Ф5.3 высотой до 50 м и строительным объемом, тыс. м <sup>3</sup>				
		от 0,5 до 5	св. 5 до 50	св. 50 до 200	св. 200 до 400	св. 400 до 800
I–IV	A, Б, В1–В3	2×2,5	2×5	2×5	3×5	4×5
V, VI	В1–В3	2×2,5	2×5	2×5	–	–
V, VI	В4, Г1, Г2, Д	–	2×2,5	2×2,5	–	–
VII, VIII	В1–В3	2×2,5	2×5	–	–	–
VII, VIII	В4, Г1, Г2, Д	–	2×2,5	–	–	–

Расчетная продолжительность тушения пожара при определении расхода воды должна приниматься равной 3 ч, а для зданий I–IV степеней огнестойкости категорий В4, Г1, Г2 и Д – 2 ч.

При установке внутренних пожарных кранов на водяных системах автоматического пожаротушения время их работы необходимо принимать равным времени работы систем автоматического пожаротушения.

Максимальный срок восстановления неприкосновенного пожарного объема воды должен быть не более, ч:

24 – в населенных пунктах и на промышленных предприятиях со зданиями категорий А, Б, В1–В3;

36 – на промышленных предприятиях со зданиями категорий В4, Г1, Г2 и Д.

Для промышленных предприятий с расходами воды на наружное пожаротушение 20 л/с и менее допускается увеличивать время восстановления неприкосновенного пожарного объема воды до 48 ч для предприятий со зданиями категорий В4, Г1, Г2 и Д и до 36 ч для предприятий со зданиями категорий В1–В3.

ПРИЛОЖЕНИЕ К  
(справочное)

Данные для расчета эффективности акустических экранов

Зависимость снижения уровней звукового давления  $\Delta L_{\text{экр}}$   
от функции  $W$  при расчете акустических экранов

Функция $W$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0
$\Delta L_{\text{экр}}$ , дБ	0	10	12	16	18	20	22	23	25	26	27	28	29	30

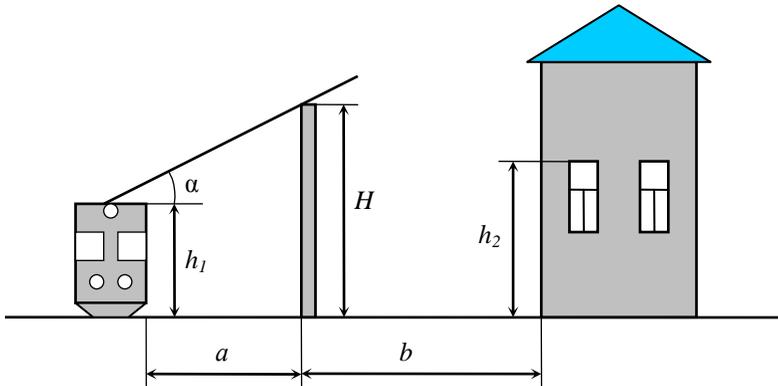


Схема для расчета акустической эффективности экрана:

- $a$  – расстояние от источника шума до экрана;
- $b$  – расстояние от экрана до защищаемого здания;
- $h$  – высота источника шума;  $H$  – высота экрана;
- $H_1$  – высота точки приема звука

*ПРИЛОЖЕНИЕ Л*  
*(справочное)*

**Классификация зданий по функциональной пожарной опасности по ТКП 45-2.02-142–2011 «Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации»**

Здания и части зданий – помещения или группы помещений, функционально связанных между собой, по функциональной пожарной опасности подразделяются на классы в зависимости от способа их использования и от того, в какой мере безопасность людей в них в случае возникновения пожара находится под угрозой, с учетом возраста, физического состояния, возможности пребывания в состоянии сна, вида основного функционального контингента и его количества.

Класс Ф1. Для постоянного проживания и временного (в том числе круглосуточного) пребывания людей (помещения в этих зданиях, как правило, используются круглосуточно, контингент людей в них может иметь различный возраст и физическое состояние, для этих зданий характерно наличие спальных помещений):

Ф1.1 – детские дошкольные учреждения, специализированные дома престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса школ-интернатов и детских учреждений;

Ф1.2 – гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов;

Ф1.3 – многоквартирные жилые дома;

Ф1.4 – одноквартирные, в том числе блокированные жилые дома.

Класс Ф2. Зрелищные и культурно-просветительные учреждения (основные помещения в этих зданиях характерны массовым пребыванием посетителей в определенные периоды времени):

Ф2.1 – театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами, библиотеки и другие учреждения с расчетным числом посадочных мест для посетителей в закрытых помещениях;

Ф2.2 – музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения в закрытых помещениях;

Ф2.3 – учреждения, указанные в Ф2.1, на открытом воздухе;

Ф2.4 – учреждения, указанные в Ф2.2, на открытом воздухе.

Класс Ф3. Предприятия по обслуживанию населения (помещения этих предприятий характерны большей численностью посетителей, чем обслуживающего персонала):

Ф3.1 – предприятия торговли;

Ф3.2 – предприятия общественного питания;

Ф3.3 – вокзалы;

Ф3.4 – поликлиники и амбулатории;

Ф3.5 – помещения для посетителей предприятий бытового и коммунального обслуживания (почт, сберегательных касс, транспортных агентств, юридических консультаций, нотариальных контор, прачечных, ателье по пошиву и ремонту обуви и одежды, химической чистки, парикмахерских и других подобных, в том числе ритуальных и культовых учреждений) с нерасчетным числом посадочных мест для посетителей;

Ф3.6 – физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения без трибун для зрителей, бытовые помещения, бани.

Класс Ф4. Учебные заведения, научные и проектные организации, учреждения управления (помещения в этих зданиях используются в течение суток некоторое время, в них находится, как правило, постоянный, привыкший к местным условиям контингент людей определенного возраста и физического состояния):

Ф4.1 – школы, внешкольные учебные заведения, средние специальные учебные заведения, профессионально-технические училища;

Ф4.2 – высшие учебные заведения, учреждения повышения квалификации;

Ф4.3 – учреждения органов управления, проектно-конструкторские организации, информационные и редакционно-издательские организации, научно-исследовательские организации, банки, конторы, офисы;

Ф4.4 – пожарные депо.

Класс Ф5. Производственные и складские здания, сооружения и помещения (для помещений этого класса характерно наличие постоянного контингента работающих, в том числе круглосуточно):

Ф5.1 – производственные здания и сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские;

Ф5.2 – складские здания и сооружения, стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта, книгохранилища, архивы;

Ф5.3 – сельскохозяйственные здания.

Производственные и складские здания и помещения по взрывопожарной и пожарной опасности в зависимости от количества и пожаро-взрывоопасных свойств находящихся (обращающихся) в них веществ и материалов с учетом особенностей технологических процессов размещаемых в них производств подразделяются на категории согласно ТКП 474–2013.

Производственные и складские помещения, в том числе лаборатории и мастерские в зданиях классов Ф1, Ф2, Ф3 и Ф4, относятся к классу Ф5.

**ПРИЛОЖЕНИЕ М**  
(справочное)

**Системы оповещения людей о пожаре**

Безопасность людей при эвакуации во многом определяется своевременным и эффективным оповещением о пожаре. Оповещение о пожаре должно осуществляться во все помещения зданий с постоянным или временным пребыванием людей путем подачи звуковых и световых сигналов, трансляцией речевой информации о необходимости и путях эвакуации. Управление процессом осуществляется одновременным включением эвакуационного освещения и световых указателей направления эвакуации, обеспечением открытия всех дверей эвакуационных выходов, передачей по системе оповещения соответствующей информации.

Система оповещения (СО) должна объединяться с системой автоматической пожарной защиты зданий. При этом сигналы оповещения об эвакуации должны отличаться от других сигналов. Выбор требуемой системы оповещения осуществляется с учетом площади помещений, их вместимости, а также количества этажей. Данные для выбора системы оповещения объектов железнодорожного транспорта приведены в таблице М.1, а классификация систем оповещения – в таблице М.2.

**Т а б л и ц а М.1 – Данные для выбора систем оповещения о пожаре**

Тип здания, сооружения	Нормативный показатель		Типы систем оповещения					
	Площадь, вместимость	Число этажей	СО-1	СО-2	СО-3	СО-4	СО-5	
Вокзалы	–	1	–	+	–	–	–	
	–	2 и выше	–	–	+	–	–	
Здания гостиниц, общежитий неквартирного типа и кемпингов (вместимость, чел.)	До 50	–	–	+	–	–	–	
	50 и более	–	–	–	+	–	–	
	–	10 и выше	–	–	–	+	+	
Жилые здания: секционного типа	–	9	Не требуется					
	–	10–25	+	–	–	–	–	
	коридорного типа	–	9	–	+	–	–	–
		–	10–25	–	–	+	–	–
Производственные здания и сооружения: здания категорий А, Б, В по взрывопожарной и пожарной опасности	–	1	+	–	–	–	–	
	–	2 и выше	–	+	–	–	–	
	здания категорий Г, Д	–	1	Не требуется				
		–	2 и выше	–	+	–	–	–
Территории взрывопожаро- опасных объектов (про- изводства, склады, базы и т. п.)	–	–	–	–	+	–	–	
	–	–	–	–	–	–	–	

В зданиях класса Ф5 по функциональной пожарной опасности I–IV степеней огнестойкости приведенные в таблице типы СО допускается совмещать с

селекторной связью. СО должны быть заблокированы с технологической или пожарной автоматикой.

Знак «+» обозначает нормируемый тип СО.

Т а б л и ц а М.2 – Классификация систем оповещения о пожаре

Характеристика систем оповещения о пожаре	Наличие указанных характеристик у различных типов систем оповещения				
	СО-1	СО-2	СО-3	СО-4	СО-5
Способы оповещения: звуковой (звонки, тонированный сигнал и др.)	+	+	*	*	*
речевой (запись и передача спецтекстов)	–	–	+	+	+
световой: мигающий сигнал	*	*	–	–	–
указатели «Выход»	*	+	+	+	+
указатели направления движения	–	*	*	+	+
указатели направления движения с включением раздельно для каждой зоны	–	*	*	*	+
Связь зоны оповещения с диспетчерской	–	–	*	+	+
Очередность оповещения: всех одновременно	*	+	–	–	–
только в одном помещении (части здания)	*	*	*	–	–
сначала обслуживающего персонала, а затем всех остальных (при необходимости по специально разработанной очередности)	–	*	+	+	+
Полная автоматизация управления систем оповещения и возможность реализации множества принципов организаций эвакуации из каждой зоны оповещения	–	–	–	–	+
<i>Примечание</i> – «+» – требуется; «*» – рекомендуется; «–» – не требуется.					

ПРИЛОЖЕНИЕ Н  
(справочное)

**Молниезащита зданий и сооружений одиночным стержневым молниеотводом (ТКП 336–2011 «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций»)**

*Молниезащита одиночным стержневым молниеотводом*

Молниеотводы обеспечивают защиту объекта лишь с некоторой степенью вероятности. Зоной защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой  $h$  является круговой конус высотой  $h_0 < h$ , вершина которого совпадает с вертикальной осью молниеотвода. Габариты зоны определяются двумя параметрами: высотой конуса « $h_0$ » и радиусом конуса на уровне земли « $R_0$ ». Зона защиты одиночного молниеотвода приведена на рисунке Н.1.

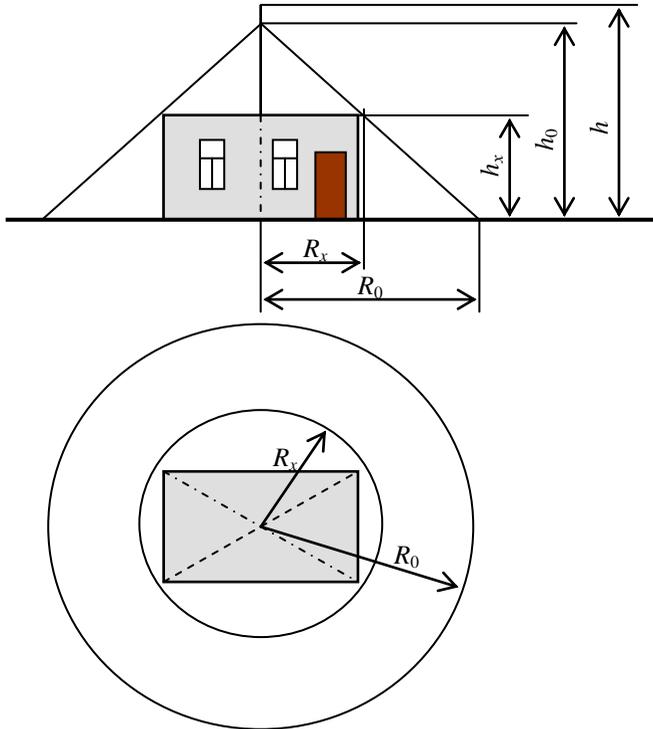


Рисунок Н.1 – Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Для расчета основных параметров зоны защиты такого молниеотвода с достаточной степенью надежности можно рассчитать по формуле для молниеотводов высотой до 30 м.

$$R_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}} (h - h_x),$$

где  $h$  – высота молниеотвода;

$R_x$  – радиус зоны защиты на высоте  $h_x$ ;

$h_x$  – рассматриваемый уровень над поверхностью земли (или высота защищаемого объекта).

Метод упрощенного построения зоны защиты молниеотвода высотой до 30 м приведена на рисунке Н.2. Метод может быть использован при необходимости быстрого расчета.

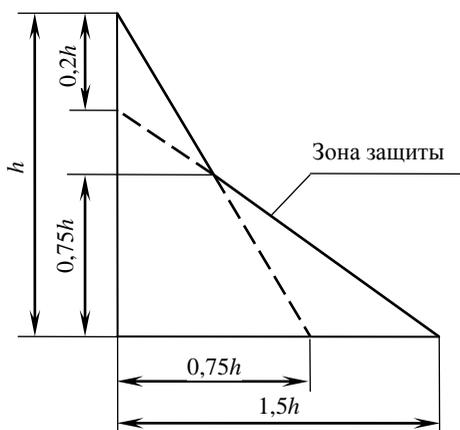


Рисунок Н.2 – Построение зоны защиты стержневого молниеотвода упрощенным методом

Для защиты от прямых ударов молнии объект полностью должен находиться внутри конусообразного пространства, которое представляет собой зона защиты молниеотвода. Эффективность молниеотводов высотой более 30 м снижается, так как при этом высота ориентировки молнии принимается постоянной, что не соответствует действительности.

В таблице Н.1 приведены расчетные формулы, зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой до 150 м с учетом надежности защиты. Стандартные зоны защиты одиночного тросового молниеотвода высотой  $h$  ограничены симметричными двухскатными поверхностями, образующими в вертикальном сечении равнобедренный треугольник с вершиной на высоте  $h_0 < h$  и основанием на уровне земли  $2R_0$ .

Т а б л и ц а Н.1 – Расчет основных параметров зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Надежность защиты $P_z$	Высота молниеотвода $h$ , м	Высота конуса $h_0$ , м	Радиус конуса $r_0$ , м
0,9	От 0 до 100	$0,85h$	$1,2h$
	От 100 до 150	$0,85h$	$[1,2-10^{-3}(h-100)]h$
0,99	От 0 до 30	$0,8h$	$0,8h$
	От 30 до 100	$0,8h$	$[0,8-1,43\cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	От 100 до 150	$[0,8-10^{-3}(h-100)]h$	$0,7h$
0,999	От 0 до 30	$0,7h$	$0,6h$
	От 30 до 100	$[0,7-7,14\cdot 10^{-3}(h-30)]h$	$[0,6-1,43\cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	От 100 до 150	$[0,65-10^{-3}(h-100)]h$	$[0,5-2\cdot 10^{-3}(h-100)]h$

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Шатило, С. Н.** Аттестация рабочих мест и предоставление компенсаций за работу в особых условиях : учеб.-метод. пособие / С. Н. Шатило, С. В. Дорошко, В. В. Карпенко. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 73 с.
- 2 **Барац, В. А.** Охрана труда на судах водного транспорта : / В. А. Барац, Ю. Г. Артюхин, Г. Д. Изак. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1985. – 248 с.
- 3 **Безопасность жизнедеятельности** : в 2 ч. / К. Б. Кузнецов [и др.] ; под ред. К. Б. Кузнецова. – М. : Маршрут, 2006. – Ч. 2 : Охрана труда на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов железнодорожного транспорта. – 534 с.
- 4 **Бобин, Е. В.** Борьба с шумом и вибрацией на железнодорожном транспорте / Е. В. Бобин. – М. : Транспорт, 1973. – 302 с.
- 5 Гигиеническая оценка характера трудовой деятельности по показателям тяжести и напряженности труда. – Минск : 2013. – 36 с.
- 6 **Дегтярев, В. О.** Осветительные установки железнодорожных территорий / В. О. Дегтярев, О. Г. Корягин, Н. Н. Фирсанов. – М. : Транспорт, 1987. – 223 с.
- 7 **Дроздов, В. Ф.** Отопление и вентиляция: В 2 ч. Ч. II. Вентиляция / В. Ф. Дроздов. – М. : Высш. шк., 1984. – 263 с.
- 8 Инженерные решения по охране труда в строительстве / под ред. Г. Г. Орлова. – М. : Стройиздат, 1985. – 278 с.
- 9 **Шатило, С. Н.** Исследование и оценка пожарной опасности производственных объектов : учеб.-метод. пособие по выполнению лабораторной работы / С. Н. Шатило, С. В. Дорошко, В. В. Карпенко. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 48 с.
- 10 **Шатило, С. Н.** Исследование метеорологических условий в рабочей зоне : учеб.-метод. пособие / С. Н. Шатило, С. В. Дорошко, В. В. Карпенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 42 с.
- 11 **Шатило, С. Н.** Исследование освещенности на рабочих местах : учеб.-метод. пособие / С. Н. Шатило, С. В. Дорошко, В. В. Карпенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 52 с.
- 12 **Шатило, С. Н.** Исследование производственного шума : учеб.-метод. пособие / С. Н. Шатило, С. В. Дорошко, В. В. Карпенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 62 с.
- 13 **Шатило, С. Н.** Исследование производственных вибраций : учеб.-метод. пособие / С. Н. Шатило, С. В. Дорошко, В. В. Карпенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 51 с.
- 14 **Шатило, С. Н.** Исследование условий труда и производственного травматизма : учеб.-метод. пособие / С. Н. Шатило, В. В. Карпенко, С. В. Дорошко. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 64 с.
- 15 **Шатило, С. Н.** Исследование чистоты воздушной среды в рабочей зоне: учеб.-метод. пособие / С. Н. Шатило [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 41 с.
- 16 **Лазаренков, А. М.** Охрана труда : учеб. / А. М. Лазаренков. – Минск : БНТУ, 2004. – 497 с.
- 17 **Михнюк, Т. Ф.** Безопасность жизнедеятельности / Т. Ф. Михнюк. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 240 с.
- 18 **Научно-технический прогресс и безопасность труда** / А. Ф. Власов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1979. – 240 с.

19 **Об охране труда** : закон Респ. Беларусь от 23 июня 2008 г. № 356-З в ред. закона Респ. Беларусь от 12.07.2013 № 61-З : Принят Палатой представителей 14 мая 2008 г. : одобрен Советом Респ. 4 июня 2008 г.// Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2008. – № 2/1453. – Минск, 2008. – 17 с.

20 Охрана труда на железнодорожном транспорте / под ред. Ю. Г. Сибарова. – М. : Транспорт, 1981. – 287 с.

21 Охрана труда. Практикум : учеб. пособие / В. И. Круглени [и др.]; под ред. В. И. Круглени. – Минск : ИВЦ Минфина, 2011. – 172 с.

22 Пожарная безопасность. Взрывоопасность : справ. изд. / А. Н. Баратов [и др.]. – М. : Химия, 1987. – 272 с.

23 **ППБ Беларуси 01–2014**. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь. – Минск, 2014. – 161 с.

24 **ППБ РБ 2.10–2001**. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь на железнодорожном транспорте. – Минск, 2001. – 99 с.

25 Правила охраны труда при работе на высоте : сб. нормативных документов по вопросам охраны труда / сост. С. А. Михаловский, Г. Е. Седюкевич. – Минск : ОДО «ЛОРАНЖ-2», 2001. – 132 с.

26 Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь № 5/13691. – Минск, 2004. – 30 с.

27 Правила устройства электроустановок. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 640 с.

28 **Рудницкий, А. М.** Электробезопасность на объектах железнодорожного транспорта : метод. указания / А. М. Рудницкий, С. Н. Шатило, М. И. Грунтова. – Гомель : БелИИЖТ, 1990. – 66 с.

29 **СанПиН № 59–2013 РБ**. Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами. – Минск, 2013. – 31 с.

30 **СНБ 4.02.01–03**. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М. : Стройиздат, 1991. – 124 с.

31 **Сокол, Т. С.** Охрана труда : учеб. пособие / Т. С. Сокол; под общ. ред. Н. В. Овчинниковой. – Минск : Дизайн ПРО, 2005. – 304 с.

32 **СТБ 18001–2009**. Системы управления охраной труда. Общие требования. – Минск, 2009. – 21 с.

33 **ТКП 45-2.04-153–2009 (02250)**. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2010. – 102 с.

34 **ТКП 45-2.04-154–2009 (02250)**. Защита от шума. Строительные нормы проектирования. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2010. – 39 с.

35 **ТКП 474-2013 (02300)**. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Минск, 2013. – 51 с.

36 **Дорошко, С. В.** Требования охраны труда на железнодорожном транспорте : учеб.-метод. пособие / С. В. Дорошко, С. Н. Шатило. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 242 с.

37 **Трудовой кодекс Республики Беларусь** : с изм., внесенным Законом Республики Беларусь от 01.2014 г. – Минск : Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2014. – 256 с.

38 **Челноков, А. А.** Охрана труда / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. – 3-е изд. испр. – Минск : Выш. шк., 2006. – 463 с.

39 **Шатило, С. Н.** Основы проектирования механической вентиляции : метод. указания по дипломному проектированию и самостоятельной работе по охране труда / С. Н. Шатило. – Гомель : БелГУТ, 1994. – 52 с.

40 **Шатило, С. Н.** Пожарная безопасность на железнодорожном транспорте : учеб.-метод. пособие / С. Н. Шатило, С. В. Дорошко, А. А. Еж ; под ред. С. Н. Шатило. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 344 с.

41 **Шатило, С. Н.** Проектирование искусственного освещения производственных помещений : метод. указания / С. Н. Шатило, А. М. Рудницкий, М. И. Грунтова. – Гомель : БелИИЖТ, 1990. – 65 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие указания.....	3
Содержание учебной программы и рекомендуемая литература.....	5
Перечень контрольных вопросов по дисциплине «Охрана труда».....	12
Задание на контрольную работу и методические указания к ее выполнению.....	16
Примеры решения задач.....	16
Задачи.....	36
<b>Приложение А</b> Данные для расчета подбора стальных канатов, стропов и чалочных приспособлений.....	57
<b>Приложение Б</b> Данные для расчета и определения эффективности путей эвакуации по ТКП 45-2.02-279–2013 «Здания и сооружения. Эвакуация людей при пожаре».....	60
<b>Приложение В</b> Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005–88).....	61
<b>Приложение Г</b> Нормирование шума по Санитарным правилам и нормам 115–2011 «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».....	62
<b>Приложение Д</b> Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест по Санитарным правилам и нормам 2.2.4/2.1.8.10-33–2002 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».....	66
<b>Приложение Е</b> Коэффициенты звукопоглощения $\alpha$ различных конструкций и материалов.....	67
<b>Приложение Ж</b> Категорирование производственных помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности по ТКП 474–2013.....	68
<b>Приложение И</b> Расчет противопожарного водоснабжения по ТКП 43-2.02-138–2009 «Противопожарное водоснабжение. Строительные нормы проектирования».....	70
<b>Приложение К</b> Данные для расчета эффективности акустических экранов.....	72
<b>Приложение Л</b> Классификация зданий по функциональной пожарной опасности по ТКП 45-2.02-142–2011 «Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации».....	73
<b>Приложение М</b> Системы оповещения людей о пожаре.....	75
<b>Приложение Н</b> Молниезащита зданий и сооружений одиночным стержневым молниеотводом (ТКП 336–2011 «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций»).....	77
Список литературы.....	80

Учебное издание

*ШАТИЛО Сергей Николаевич*  
*ДОРОШКО Сергей Владимирович*  
*КАРПЕНКО Валерий Владимирович*

## **ОХРАНА ТРУДА**

Учебно-методическое пособие

Редактор Н. Г. Ш е м е т к о в а  
Корректор Т. А. П у г а ч  
Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а  
Компьютерный набор и верстка – Н. А. Ч е р н ы ш о в а

Подписано в печать 20.12.2014 г. Формат бумаги 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 4,88. Уч.-изд. л. 5,61. Тираж 100 экз.  
Зак. № Изд. № 92

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский государственный университет транспорта  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/361 от 13.06.2014.  
№ 2/104 от 01.04.2014.  
Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель