

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

Кафедра «Охрана труда»

С. Н. ШАТИЛО, С. В. ДОРОШКО

ОХРАНА ТРУДА

**Учебно-методическое пособие для студентов механических
специальностей факультета безотрывного обучения**

Гомель 2007

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

Кафедра «Охрана труда»

С. Н. ШАТИЛО, С. В. ДОРОШКО

ОХРАНА ТРУДА

Учебно-методическое пособие для студентов
механических специальностей факультета безотрывного обучения

Одобрено методической комиссией ФБО

Гомель 2007

УДК 658.345 (075.8)
ББК 65.247
Ш28

Р е ц е н з е н т – канд. техн. наук, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»
И. Л. Чернин (УО «БелГУТ»).

Шатило, С.Н.

Ш28 Охрана труда : учеб.-метод. пособие для студентов мех. специальностей ф-та безотрывного обучения / С. Н. Шатило, С. В. Дорошко ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 88 с.
ISBN 978-985-468-313-3

Приводятся рекомендации для самостоятельного изучения курса «Охрана труда», содержание дисциплины, задания и список литературы для выполнения контрольной работы.

Предназначено для студентов механических специальностей безотрывной формы обучения.

УДК 658.345 (075.8)
ББК 65.247

ISBN 978-985-468-313-3

© Шатило С.Н., Дорошко С.В., 2007
© Оформление. УО «БелГУТ», 2007

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В условиях постоянного совершенствования и внедрения прогрессивных, энергосберегающих технологий, новых образцов высокопроизводительной техники необходимо уделять большое внимание обеспечению безопасности работающих. Изучение дисциплины «Охрана труда» позволяет получить необходимые теоретические знания и отработать практические навыки решения приведенных выше задач.

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.

В рамках действующей системы государственного управления охраной труда в Республике Беларусь осуществляется комплекс мер, направленных на обеспечение конституционных прав граждан на здоровые и безопасные условия труда. Проводится значительная работа по пересмотру устаревших и разработке новых нормативных правовых актов с учетом действующего законодательства, современного состояния науки и техники, сложившихся социально-экономических отношений. В Республике Беларусь приняты законодательные акты по промышленной безопасности, техническому нормированию и стандартизации, сертификации продукции, работ и услуг на соответствие их требованиям безопасности. Создана система государственного надзора и контроля за соблюдением законодательства об охране труда, введено обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваниях, внедряется Система управления охраной труда. Принимаются меры по улучшению обеспечения работников средствами защиты, совершенствуется система обучения в

области охраны труда. В настоящее время в организациях Республики Беларусь действуют новые правила обучения безопасным методам и приемам работы, проведения инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда. Разработана примерная программа обучения по вопросам охраны труда для руководителей и специалистов организаций Республики Беларусь, которая и была положена в основу при разработке учебной программы дисциплины «Охрана труда». В результате проводимой в республике работы в области охраны труда сложилась тенденция снижения уровня производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. В то же время состояние условий и охраны труда на железнодорожном транспорте продолжает оставаться острой социально-экономической проблемой. Основными причинами производственного травматизма являются эксплуатация неисправного оборудования, неудовлетворительная организация производства работ, невыполнение руководителями и специалистами обязанностей по охране труда, недостаточная квалификация работников по вопросам охраны труда, а также нарушение трудовой и технологической дисциплины.

Охрана труда во многом связана с экономическими показателями работы предприятий, т.к. влияет на производительность труда, его престижность, психологический климат в коллективах, текучесть кадров и трудовую дисциплину на производстве. Вследствие несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний предприятия несут значительные экономические потери (страховые выплаты по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, затраты на компенсации по условиям труда и непроизводительные потери рабочего времени).

Одной из важнейших задач в совершенствовании охраны труда является подготовка будущих специалистов, обладающих прочными знаниями по вопросам охраны труда и умеющих на практике применять полученные в процессе подготовки знания.

Учебный план подготовки специалистов для железнодорожного транспорта предусматривает изучение дисциплины «Охрана труда», которая охватывает анализ опасных и вредных производственных факторов, причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний и их анализ, разработку профилактических мероприятий и технических средств, направленных на обеспечение безопасных и безвредных условий труда, а также изучение причин возникновения взрывов и пожаров и

разработку мер по их предупреждению.

Основное внимание при подготовке будущих специалистов по безотрывной форме обучения уделяется самостоятельному изучению дисциплины «Охрана труда». При этом студенты должны пользоваться пособием, учебно-методической литературой, нормативными правовыми актами и техническими нормативными правовыми актами по охране труда.

Учебный процесс предусматривает:

- посещение обзорных лекций в период установочной и экзаменационной сессий;
- самостоятельное изучение рекомендованной литературы по программе курса «Охрана труда»;
- выполнение контрольной работы;
- защиту контрольной работы после ее проверки и положительной оценки преподавателем кафедры;
- выполнение цикла лабораторных работ;
- защиту лабораторных работ и сдачу экзамена в объеме программы курса.

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

При самостоятельном изучении материала рекомендуется вести конспект, а также ознакомиться с организацией работы по охране труда на производстве и реализацией практических мер по обеспечению безопасности труда. Это позволит систематизировать полученные знания, выполнить контрольную работу, выполнить и защитить лабораторные работы, сдать экзамен.

Выполненная и оформленная в соответствии с нормативными требованиями контрольная работа высылается для проверки на кафедру. После проверки она вместе с рецензией возвращается студенту для защиты или на доработку.

Изучение материалов, предусмотренных программой курса «Охрана труда» в университете, позволяет на высоком профессиональном уровне разрабатывать вопросы охраны труда в дипломном проекте, а полученные знания позволяют решать конкретные инженерные задачи в области обеспечения безопасности труда.

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ОХРАНА ТРУДА» И РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основными разделами дисциплины «Охрана труда» являются:

- Правовые и организационные вопросы охраны труда.
- Техника безопасности в отрасли.
- Производственная санитария и гигиена труда.
- Пожарная безопасность.

При изучении дисциплины студенты должны получить теоретические знания и практические навыки по решению вопросов безопасной организации выполнения работ на объектах отрасли.

Настоящая программа определяет темы учебной дисциплины, содержание и рекомендуемую литературу для самостоятельного изучения.

1 Цель и задачи преподавания дисциплины

Охрана труда – это система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационные, технические, психофизиологические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства. В создании таких условий труда важное значение имеет подготовка в области охраны труда будущих специалистов и руководителей.

Цель изучения курса «Охраны труда» – подготовка будущих специалистов и руководителей, обладающих необходимыми теоретическими знаниями и практическими навыками по исследованию условий труда и разработке организационно-технических мероприятий, технических средств, обеспечивающих здоровые и безопасные условия труда, технологических процессов, проектно-конструкторской документации с учетом требований охраны труда.

В дисциплине «Охрана труда» излагаются основные вопросы, связанные с созданием здоровых, безопасных и высокопроизводительных условий труда. При этом особое внимание уделяется: теоретическим и экспериментальным исследованиям явлений, ведущих к травматизму и заболеваниям; всестороннему анализу причин производственного травматизма и профессиональных заболеваний, пожаров и взрывов; изучению возникновения опасных и вредных производственных факторов, применяемых на производстве и перевозимых материалов и изделий; сравнительной оценке с точки зрения охраны труда технологических процессов; теоретическим основам и практическому применению технических средств защиты.

В результате изучения дисциплины необходимо:

знать основные законодательные акты, нормативные правовые и технические нормативные правовые акты по охране труда; организацию работы и систему управления охраной труда; принципы и методы создания безопасных условий труда; основные принципы проектирования

безопасных технологических процессов, оборудования и технологической оснастки; методы и способы исследования условий труда; методы и средства нормализации санитарно-гигиенических условий; анализ причин производственного травматизма и профзаболеваний, порядок расследования и учета несчастных случаев; принципы обеспечения взрыво- и пожаробезопасности при проектировании и эксплуатации объектов;

уметь применять на практике полученные теоретические знания и практические навыки по решению вопросов охраны труда в конкретной производственной обстановке;

иметь представление о прогнозировании состояния охраны труда на объектах, перспективах совершенствования условий труда.

2 Связь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана

При изучении дисциплины «Охрана труда» необходимы знания общенаучных и общеобразовательных дисциплин: высшей математики, физики, химии, теоретической механики и др., социально-гуманитарных дисциплин: философии, социологии, основ права и прав человека, основ психологии и педагогики, а также специальных дисциплин. Излагаемый материал увязывается со спецификой предстоящей работы будущих специалистов.

Вопросы техники безопасности, производственной санитарии и пожарной профилактики, касающиеся конкретных технологических процессов, видов работ, зданий и сооружений, производственного оборудования, кроме того, изучаются в курсах соответствующих специальных дисциплин.

3 Содержание дисциплины

3.1 Правовые, организационные и экономические вопросы охраны труда

Охрана труда – понятие, содержание и задачи дисциплины. Научно-методические принципы курса «Охрана труда». Состояние, задачи в области охраны труда и проблемы, стоящие перед железнодорожным транспортом. Роль и задачи государства в улучшении условий труда. Концепция государственного управления охраной труда в Республике Беларусь. Законодательство Республики Беларусь и охрана труда.

Технический прогресс в отрасли и его влияние на условия труда работников основных профессий. Вопросы безопасности труда в ПТЭ, правилах и инструкциях.

Система управления охраной труда. Надзор и контроль по охране труда. Государственный надзор. Ведомственный и общественный контроль. Положение о проведении контроля за соблюдением законодательства об охране труда на Белорусской железной дороге. Ответственность за

нарушение законодательства по охране труда. Возмещение вреда, причиненного здоровью. Охрана труда женщин и подростков.

Организация работы по охране труда. Нормативное обеспечение охраны труда. Система нормативных правовых актов и технических нормативных правовых актов по охране труда. Система стандартов безопасности труда и их роль. Правила и инструкции по охране труда. Порядок разработки, согласования и утверждения инструкций по охране труда.

Планирование и финансирование мероприятий по охране труда.

Литература: [18, 19, 21–24, 27, 32–34, 55–57, 70, 76–84, 88].

3.2 Специфика условий труда в отрасли. Травматизм и профзаболевания

Классификация опасных и вредных производственных факторов. Факторы, определяющие повышенную опасность труда в отрасли. Методы исследования условий труда.

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 профзаболеваний, связанных с производством. Основные статистические показатели производственного травматизма: коэффициент частоты, тяжести, средней тяжести, их анализ. Современные методы изучения причин производственного травматизма и исследования условий труда. Профилактика травматизма. Организация обучения и проверки знаний работников по охране труда. Положение об обучении безопасным методам и приемам работы, проведении инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда на Белорусской железной дороге.

Оценка организационно-технического уровня рабочих мест на объектах отрасли. Аттестация рабочих мест по условиям труда: цели, методика и порядок проведения. Определение льгот и компенсаций за работу в опасных и вредных условиях.

Литература: [18, 19, 23, 24, 38, 55, 56, 84, 88].

3.3 Производственная санитария и гигиена труда в отрасли

3.3.1 Воздушная среда рабочей зоны

Метеорологические условия. Понятие об энергозатратах и категориях тяжести труда. Терморегуляция организма. Виды отдачи тепла организмом человека. Влияние метеорологических факторов и температуры поверхностей ограждений на терморегуляцию.

Понятие о рабочей зоне. Нормирование метеорологических параметров. Классификация вредных веществ. Факторы, определяющие степень

воздействия вредных веществ на организм человека. Нормирование содержания вредных веществ в воздухе. Особенности состава воздушной среды на предприятиях отрасли. Приборы и методы контроля чистоты воздушной среды. Методы и средства обеспечения нормальных параметров воздушной среды.

Назначение и классификация систем вентиляции. Требования к вентиляции. Естественная и механическая вентиляция. Вытяжная и приточная вентиляция, общеобменная и местная вентиляция. Определение требуемого воздухообмена. Основы расчета естественной и механической вентиляции. Очистка воздуха от пыли. Вентиляторы, их характеристики и подбор вентиляционного оборудования. Испытание и паспортизация вентиляционных установок. Эксплуатация систем вентиляции на предприятиях отрасли.

Кондиционирование воздуха. Отопление. Классификация и сравнительная оценка различных систем отопления. Воздушно-тепловые завесы для предприятий отрасли.

Литература: [3, 6, 10, 18, 22, 23, 48, 51, 54, 65, 71, 72, 87].

3.3.2 Производственное освещение

Основные светотехнические понятия, величины, единицы. Измерение световых величин. Основные типы и характеристики современных источников света и осветительных приборов, сравнительная характеристика. Пульсация светового потока и меры по снижению ее вредного влияния.

Основные свойства зрения и соответствующие им требования к освещению. Принципы нормирования и расчета основных количественных и качественных показателей освещения. Отраслевые нормы освещения объектов железнодорожного транспорта.

Системы и виды освещения. Принципы проектирования осветительных установок. Освещение производственных помещений. Освещение открытых территорий. Эксплуатация и техническое обслуживание осветительных установок.

Естественное и совмещенное освещение, принципы нормирования и расчета, схемы конструктивных решений.

Литература: [14, 16, 18, 22, 23, 30, 66, 89].

3.3.3 Защита от шума и вибрации

Анализ современного состояния борьбы с шумом и вибрацией. Физические характеристики, частотный спектр и измерение вибраций. Действие вибраций на человека и их нормирование. Современные методы снижения уровней вибрации. Виброизоляция. Виды виброизоляторов.

Особенности защиты от вибрации на подвижном составе, в путевых, дорожно-строительных машинах. Средства индивидуальной защиты.

Физические характеристики звукового поля: звуковое давление, интенсивность, частота. Уровни звукового давления и интенсивности. Спектральный состав шума. Действие шума на организм человека. Нормирование шума. Измерение шумовых характеристик. Методы борьбы с шумом в источниках его возникновения. Звукоизоляция, звукопоглощение, защитные экраны и кожухи, глушители. Особенности и технические решения вопросов снижения уровней шума и вибраций на подвижном составе, погрузочно-разгрузочных, путевых и дорожно-строительных машинах, в производственных помещениях. Средства индивидуальной защиты от шума.

Литература: [3–5, 11, 18, 23, 43, 45, 46, 52, 53, 73, 85].

3.4 Защита от электрического тока и электромагнитных полей, от статического и атмосферного электричества

Действие электрического тока на организм человека. Факторы, влияющие на степень поражения электрическим током. Опасность прикосновения к токоведущим частям в однофазных и трехфазных сетях с изолированной и заземленной нейтралью. Понятия о напряжениях прикосновения и шага. Защита от них.

Правила устройства электроустановок (ПУЭ), Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ) и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Организационные и технические мероприятия по предупреждению поражения электрическим током. Классификация производственных помещений по степени опасности поражения электрическим током. Меры безопасности на электрифицированных участках железных дорог.

Технические средства защиты от поражения электрическим током, их назначение, устройство, области применения и характеристики: защитное заземление, зануление, защитное отключение, электрическое разделение сетей, применение малых напряжений, изоляция, ограждения и блокировка, выравнивание потенциалов. Обеспечение электробезопасности при эксплуатации погрузочно-разгрузочных, путевых и дорожно-строительных машин. Правила выполнения работ в охранной зоне ЛЭП. Статическое и атмосферное электричество, наведенные напряжения, электромагнитные излучения и меры защиты от них.

Средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током. Оказание первой помощи пострадавшим от электрического тока.

Литература: [4, 9, 13, 18, 22–24, 31, 42, 44, 69, 74, 85, 86].

3.5 Безопасность труда при эксплуатации установок и сосудов, работающих под давлением, и газового оборудования

Классификация установок и систем, работающих под давлением. Основные причины аварий паровых котлов сосудов, баллонов, компрессоров, установок газоснабжения, их последствия. Правила устройства и безопасной эксплуатации объектов и систем, работающих под давлением.

Регистрация, освидетельствование, испытание и пуск в эксплуатацию. Арматура, контрольно-измерительные приборы и приборы безопасности.

Литература: [4, 9, 18, 22–24, 40, 41, 74].

3.6 Безопасность труда при выполнении погрузочно-разгрузочных работ

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, машин и механизмов. Порядок регистрации и лицензирования работ. Техническое освидетельствование и испытания грузоподъемных машин и механизмов. Эксплуатация съемных грузозахватных приспособлений. Правила погрузки, выгрузки и складирования.

Литература: [12, 18, 22–24, 31, 35, 39, 85].

3.7 Безопасность при выполнении основных видов работ в отрасли, при работе с механизмами, инструментом и приспособлениями.

Правила охраны труда при эксплуатации подвижного состава, погрузочно-разгрузочных, путевых и дорожно-строительных машин. Правила охраны труда при выполнении работ на высоте, основных видов работ на объектах отрасли.

Требования безопасности к металлообрабатывающим и деревообрабатывающим станкам, верстакам и таре производственной. Требования безопасности к инструменту и светильникам переносным, домкратам и приспособлениям для подъема и выполнения работ на высоте.

Литература: [3, 4, 18, 22–24, 35].

3.8 Санитарно-технические требования к производственным объектам отрасли. Требования безопасности к подвижному составу, погрузочно-разгрузочным, путевым и дорожно-строительным машинам

Санитарные правила и нормы эксплуатации и содержания производственных предприятий. Требования к генеральному плану предприятий и объектов железнодорожного транспорта. Основные требования к производственным, вспомогательным и бытовым помещениям. Нормы обеспечения санитарно-бытовыми помещениями, устройствами и средствами. Санитарно-защитные зоны. Организация

санитарной обработки путевых и дорожно-строительных машин. Способы очистки сточных вод. Принципы охраны воздушного бассейна.

Опасные и вредные производственные факторы, характеризующие работу подвижного состава, погрузочно-разгрузочных, путевых и дорожно-строительных машин и производственного оборудования. Требования охраны труда при проектировании и постройке подвижного состава, погрузочно-разгрузочных, путевых и дорожно-строительных машин, производственного оборудования.

Механизация и автоматизация производственных процессов.

Литература: [3, 4, 7–9, 18, 22–24, 31, 47–54, 63].

3.9 Пожарная безопасность на объектах отрасли

Организация пожарной охраны на предприятиях Республики Беларусь и железнодорожном транспорте.

Горение веществ и взрывы. Основы теории горения.

Основные показатели пожаровзрывоопасности газо-, паро- и пылевоздушных смесей.

Категорирование производственных объектов по пожарной опасности. Пожарно-техническая классификация строительных материалов, конструкций, зданий и сооружений. Горючесть строительных материалов и конструкций. Огнестойкость зданий и сооружений. Современные методы повышения предела огнестойкости материалов и конструкций.

Причины пожаров и взрывов на объектах отрасли. Требования пожарной профилактики при проектировании и эксплуатации объектов. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для промышленных предприятий, Правила пожарной безопасности на железнодорожном транспорте Республики Беларусь. Правила пожарной безопасности и техники безопасности при проведении огневых работ на предприятиях Республики Беларусь.

Современные средства и методы обнаружения и тушения пожаров. Пожарная сигнализация и связь. Автоматические огнегасительные установки. Первичные средства пожаротушения. Нормы снабжения объектов отрасли такими средствами. Аварийно-спасательные пожарные поезда.

Литература: [2, 4, 9, 18, 22–26, 36, 37, 42, 58–62, 64, 86].

4 Лабораторные занятия

Каждая лабораторная работа по дисциплине «Охрана труда» проводится в целях:

- углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении дисциплины;
- ознакомления с практикой выполнения контрольных измерений, испытаний и исследований, проводимых на производстве и в лабораториях при решении вопросов охраны труда;
- получения и отработки навыков самостоятельного научного исследования в области охраны труда.

Лабораторные работы выполняются после или параллельно с изучением общеинженерных и теоретических дисциплин, что дает возможность проводить эти работы на основе высокого уровня теоретической подготовки студентов.

На кафедре «Охрана труда» БелГУТа принята следующая структура методических указаний к лабораторным работам:

1 Название работы.

2 Цель работы.

3 Основные положения. Кратко излагаются:

а) значение изучаемого вопроса, характеристики опасного или вредного фактора, эффективность средств защиты;

б) общие научные положения;

в) воздействие данного фактора на организм человека, нормированные показатели, гигиенические и технические характеристики.

4 Экспериментальная установка.

5 Порядок проведения работы. Безопасные приемы, техника при выполнении работы.

6 Обработка и оценка полученных данных. Выводы.

7 Необходимые справочные материалы.

8 Контрольные вопросы.

9 Рекомендуемая литература для более углубленного изучения.

Лабораторные занятия проводятся в период экзаменационной сессии в соответствии с графиком учебного процесса.

Каждая студенческая группа разбивается на подгруппы в зависимости от количества студентов в группе.

ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЮ

Выполнение контрольной работы является одной из форм самостоятельной работы студентов под контролем преподавателя.

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

При выполнении контрольной работы студенты безотрывной формы обучения более глубоко прорабатывают вопросы в соответствии с

индивидуальным заданием и в письменной форме представляют ответы на четыре вопроса и решение двух задач, номера которых выбираются по таблице 1.

Индивидуальное задание для выполнения контрольной работы принимается по варианту, который определяется по учебному шифру.

Например, при шифре 356 (таблица 1) необходимо дать письменный ответ на вопросы 1, 25, 44, 62 и решить задачи 7, 9.

Оформляют контрольную работу в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению отчетных работ студентов безотрывной формы обучения. Ответы на вопросы в контрольной работе излагают в реферативной форме с приведением необходимых поясняющих чертежей, схем и рисунков. При решении задач приводят ссылки на нормативные документы и литературные источники, обосновывают принимаемые значения показателей и решений.

Т а б л и ц а 1 – **Исходные данные**

Вариант задания, совпадающий с последней цифрой учебного шифра		Номер задания, совпадающий с предпоследней цифрой учебного шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Вопросы	2,17,33,49	1,18,34,50	3,19,35,51	4,20,36,52	6,22,37,53	7,23,38,54	5,24,39,55	8,25,40,56	9,26,41,57	10,27,42,58
	Задачи	1,4	2,8	3,5	4,16	5,17	6,8	7,10	3,8	2,9	10,17
2	Вопросы	11,28,43,59	12,29,44,60	13,30,45,61	14,31,46,62	15,32,47,63	16,27,48,64	2,17,33,65	3,18,37,49	6,19,39,63	7,20,36,58
	Задачи	5,10	5,11	7,19	1,13	8,13	12,15	1,7	7,13	4,13	5,16
3	Вопросы	5,22,40,54	8,23,34,56	9,24,38,59	10,26,44,61	11,28,43,57	12,29,42,60	13,30,47,64	14,31,41,65	15,27,45,62	16,25,35,55
	Задачи	2,7	5,9	9,15	4,5	7,11	3,12	11,17	5,14	4,18	6,12
4	Вопросы	1,19,39,50	4,22,37,51	2,17,40,52	3,18,36,53	6,25,41,60	7,19,38,54	5,28,46,63	15,24,42,65	16,23,39,56	1,20,40,50
	Задачи	3,6	2,10	4,7	1,3	5,6	3,8	2,6	1,9	10,16	2,17
5	Вопросы	1,23,37,55	5,17,34,52	6,29,43,56	15,20,33,57	16,18,46,58	5,32,47,59	2,22,30,64	7,20,45,59	3,31,48,65	4,32,44,53
	Задачи	12,13	8,14	9,11	4,11	10,15	6,15	5,8	14,18	11,19	1,18
6	Вопросы	2,28,46,60	7,18,37,54	5,17,39,55	15,26,43,64	1,25,44,62	3,29,45,63	16,19,34,61	6,17,30,53	4,32,48,58	16,33,49,57
	Задачи	1,8	4,6	1,6	2,4	7,9	10,11	3,4	4,9	5,12	6,10
7	Вопросы	6,22,40,52	3,18,51,62	1,22,42,63	2,23,44,58	5,26,47,64	15,27,48,60	4,19,38,54	17,30,48,61	1,31,50,59	16,28,47,57
	Задачи	2,6	7,13	11,12	7,8	5,18	3,9	6,14	9,17	2,18	8,19
8	Вопросы	6,25,45,56	6,18,52,61	3,32,49,65	15,34,51,58	2,20,53,63	4,22,43,60	1,23,46,56	17,35,50,65	19,37,49,64	15,39,52,61
	Задачи	3,18	6,9	6,7	4,12	2,16	1,17	8,10	4,10	13,18	15,16
9	Вопросы	1,35,47,62	20,36,45,58	6,26,42,63	3,27,41,59	7,33,38,56	7,18,36,50	16,35,51,62	2,24,54,65	1,29,41,60	17,39,44,55
	Задачи	5,13	2,19	3,13	8,17	3,11	7,12	1,15	6,13	11,16	1,14
0	Вопросы	5,26,46,55	1,19,43,62	5,40,53,65	3,24,44,55	15,33,47,64	4,20,42,59	7,33,45,57	2,20,43,58	16,38,53,60	3,30,50,63
	Задачи	8,16	7,17	4,14	6,17	3,15	9,19	14,16	10,12	12,16	8,9

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Пример 1. Произвести расчет пассивной виброизоляции с использованием пружинных виброизоляторов энергетической установки.

Исходные данные:

- масса энергетической установки $m = 470$ кг;
- частота вращения рабочего колеса вентилятора $N = 970$ об/мин;
- число виброизоляторов $n = 6$ шт.;
- допускаемое касательное напряжение при кручении $\tau = 3,8 \cdot 10^2$ МПа;
- модуль сдвига для материала пружин $G = 8,0 \cdot 10^4$ МПа;
- расчетная амплитуда вертикальных колебаний установки $a_{0z} = 6,0 \cdot 10^{-5}$ м.

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

$$f_B = \frac{n}{60},$$

где n – частота вращения, об/мин;

$$f_B = \frac{970}{60} = 16,2 \text{ Гц.}$$

Необходимая эффективность работы амортизаторов достигается при отношении частоты вынужденных колебаний f_B к частоте собственных колебаний f_C , то есть f_B / f_C , равном от 3 до 4. Принимаем $f_B / f_C = 4$, тогда

$$f_C = \frac{f_B}{4} = \frac{16,2}{4} = 4,05 \approx 4 \text{ Гц.}$$

2 Определяем статическую осадку виброизоляторов под действием веса установки, при которой виброизолированная установка будет иметь полученную частоту собственных колебаний:

$$f_C = \frac{5}{\sqrt{x_{ст}}},$$

где $x_{ст}$ – статическая осадка виброизоляторов под действием веса, см.

Преобразовав и подставив исходные данные, вычисляем значение статической осадки

$$x_{ст} = \left(\frac{5}{4}\right)^2 = 1,56 \text{ см} = 15,6 \text{ мм.}$$

3 Общая жесткость пружин в вертикальном напряжении, Н/м,

$$K_z = mg\omega_z^2,$$

где g – ускорение силы тяжести, принимается $9,81$, м/с²;

ω_z – круговая частота собственных колебаний в вертикальном

направлении, рад/с;

$$\omega_z = \frac{\omega_0}{(f_0 / f_c)},$$

ω_0 – круговая частота вынужденных колебаний, рад/с,

$$\omega_0 = 2\pi N / 60 .$$

Подставив данные, получим

$$\omega_0 = 2 \cdot 3,14 \cdot 970 / 60 = 101,5 \text{ рад/с}; \quad \omega_z = 101,5 / 4 = 25,38 \text{ рад/с}.$$

Жесткость виброизоляции в вертикальном направлении

$$K_z = 470 \cdot 9,81 \cdot 25,38^2 = 296,6 \cdot 10^4 \text{ Н/м}.$$

Жесткость одной пружины

$$K'_z = \frac{K_z}{n} = \frac{296,6 \cdot 10^4}{6} = 49,4 \cdot 10^4 \text{ Н/м}.$$

4 Статическая нагрузка на одну пружину

$$P'_{ст} = \frac{mg}{n} = \frac{470 \cdot 9,81}{6} = 768,5 \text{ Н}.$$

5 Расчетная нагрузка на одну пружину

$$P' = P'_{ст} + 1,5P'_{дин} ,$$

где $P'_{дин}$ – динамическая нагрузка на одну пружину, Н,

$$P'_{дин} = a_{оз} K'_z .$$

После подстановки данных получим

$$P'_{дин} = 6,0 \cdot 10^{-5} \cdot 49,4 \cdot 10^4 = 29,7 \text{ Н};$$

$$P' = 768,5 + 1,5 \cdot 29,7 = 813,1 \text{ Н}.$$

6 Диаметр прутка пружины, м,

$$d \geq 1,6 \sqrt{\frac{kPc}{[\tau]}},$$

где k – коэффициент, учитывающий повышение напряжений в точках сечения прутка, лежащих на поверхности цилиндра диаметром $D-d$, определяется по рисунку 5.1 [45];

c – индекс пружины, принимается в пределах от 4 до 10, рассчитывается из условия $c = D / d$.

Задавись значением $c = 6,5$, по графику (рисунок 5.1 [45]) или по приложению Л устанавливаем $k = 1,225$.

Подставив данные, определим диаметр прутка пружины

$$d \geq 1,6 \sqrt{\frac{1,225 \cdot 813,1 \cdot 6,5}{3,8 \cdot 10^2}} = 6,56 \text{ мм} .$$

По ГОСТ 13766–86...13776–86 «Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из стали круглого сечения. Основные параметры витков» принимаем стандартное значение диаметра $d = 8 \text{ мм}$.

Находим средний диаметр пружины по формуле

$$D = cd,$$

Подставив данные, определим средний диаметр пружины:

$$D = 6,5 \cdot 8 = 52 \text{ мм}.$$

7 Число рабочих витков пружины

$$i = \frac{Gd}{8c^3 K_z},$$

где G – модуль сдвига для материала пружин, МПа.

Подставив значения, вычисляем число рабочих витков пружины

$$i = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 10^6 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 6,5^2 \cdot 49,4 \cdot 10^4} = 5,89; \text{ принимаем } i = 6.$$

Число мертвых витков i_2 принимаем на оба конца пружины в зависимости от полученного значения i . При $i < 7$ $i_2 = 1,5$ и при $i > 7$ $i_2 = 2,5$.

Полное число витков

$$i_1 = i + i_2 .$$

$$i = 6 + 1,5 = 7,5.$$

8 Высота ненагруженной пружины

$$H_0 = H + i(h - d),$$

где H – высота пружины, сжатой до соприкосновения ее витков предельной нагрузкой, мм,

$$H = (i_1 - 0,5)d;$$

h – шаг пружины,

$$h = d + \frac{x_{\text{ст}}^{\text{факт}}}{i} + \delta_p ;$$

$x_{\text{ст}}^{\text{факт}}$ – фактическая статическая осадка виброизоляторов под действием веса, см,

$$x_{\text{ст}}^{\text{факт}} = \frac{P'}{K_z} ;$$

δ_p – зазор между витками при максимальной рабочей нагрузке, принимается $\delta_p \geq 0,1d$ при максимальной рабочей нагрузке P' .

После подстановки значений будем иметь

$$H = (7,5 - 0,5) \cdot 8 = 56 \text{ мм}; \quad x_{\text{ст}} = 813,1 / (49,4 \cdot 10^4) = 16,5 \text{ мм};$$

$$h = 8 + 16,5/6 + 0,3 \cdot 8 = 13,2 \text{ мм}.$$

Высота ненагруженной пружины

$$H_0 = 56 + 6 \cdot (13,2 - 8) = 87,2 \text{ мм}.$$

9 Определяем необходимое количество пружинных виброамортизаторов для обеспечения прочности

$$n_{\text{необх}} \geq \frac{mg}{\frac{\pi d^2 [\tau]}{8kc} - 1,5P'_{\text{дин}}}.$$

Подставив значения величин, получим

$$n_{\text{необх}} \geq \frac{470 \cdot 9,81}{\frac{3,14 \cdot 8^2 \cdot 3,8 \cdot 10^2}{8 \cdot 1,225 \cdot 6,5} - 1,5 \cdot 29,7} = \frac{4610,7}{1154,3} = 3,99, \text{ т. е. достаточно } 4.$$

10 Определим коэффициент передачи:

$$\mu = 1 / [(f_v / f_c)^2 - 1] = 1 / [(16,2/4,05)^2 - 1] = 0,067 \text{ \%}.$$

Эффективность виброизоляции

$$\Delta L_{\text{вибр}} = 20 \lg (1 / \mu) = 20 \lg (1 / 0,067) = 20 \lg 14,9 \approx 23,5 \text{ дБ}.$$

11 Согласно расчетам выбрана пружина со следующими параметрами: диаметр прутка – 8 мм, средний диаметр – 52 мм, полное число витков – 7,5, высота в ненагруженном состоянии – 87,2 мм, а также установлено, что по условию обеспечения прочности имеется запас, т. к. необходимое число пружин – 4, а по заданию – 6, при этом коэффициент виброизоляции составил 0,067 % и ее эффективность равна 23 дБ.

Пример 2. Произвести расчет защитного заземления электрического оборудования производственного помещения. Электрооборудование подключено к трансформаторной подстанции мощностью 480 кВ·А, напряжение которой 380/220 В. Естественные заземлители вблизи отсутствуют.

Исходные данные:

- вертикальные электроды из труб длиной $l = 3$ м и диаметром $d = 0,06$ м;
- горизонтальная соединительная полоса стальная шириной $b = 0,04$ м;
- глубина заложения полосы $h = 0,5$ м;
- грунт в месте устройства защитного заземления – суглинок;
- объект расположен во II климатической зоне.

Решение. 1 Согласно имеющимся данным, пользуясь рекомендуемой литературой, устанавливаем:

а) расчетную схему, которая приведена на рисунке 1;

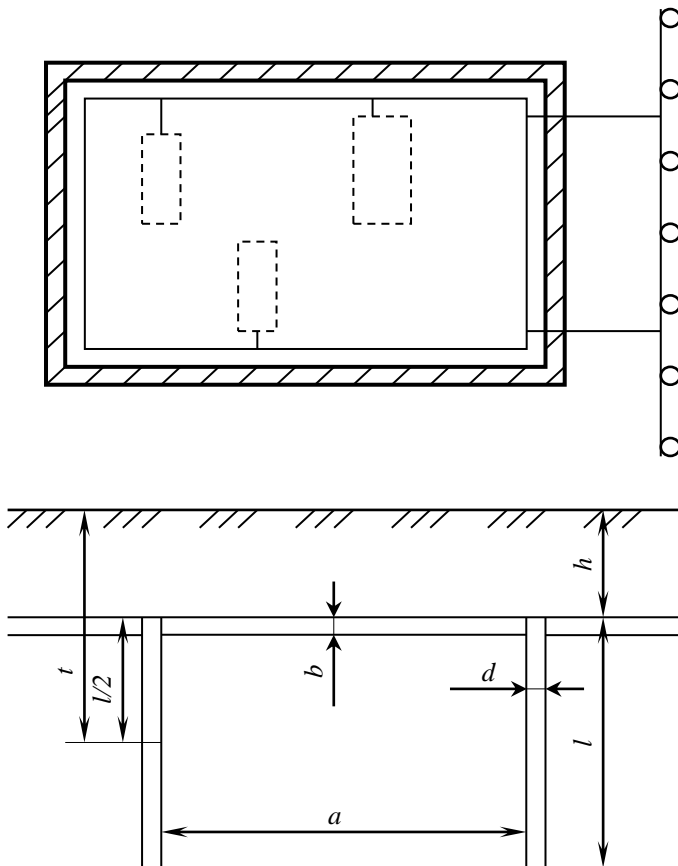


Рисунок 1 – Схема устройства защитного заземления

б) удельное сопротивление грунта – по приложению 2 [44], величина;
 $\rho_{\text{изм}} = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$

в) коэффициенты сезонности заземлителей во II климатической зоне – по приложению 3 [44], которые составляют соответственно:

- для вертикальных – $\kappa_{\text{с}}^{\text{в}} = 1,7$;
- полосовых – $\kappa_{\text{с}}^{\text{п}} = 4$;

г) величину наибольшего допустимого сопротивления заземляющего устройства – по характеристике заземляемого электрооборудования и мощности питающего трансформатора (таблица 3 [44]), значение которого $R_3 \leq 4 \text{ Ом}$.

2 Определяем:

а) расчетное удельное сопротивление грунта

$$\rho_{\text{гр}} = \rho_{\text{изм}} K_c ;$$

• для вертикальных заземлителей $\rho_{\text{гр}}^{\text{В}} = 100 \cdot 1,7 = 170 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;

• полосовых заземлителей $\rho_{\text{гр}}^{\text{П}} = 100 \cdot 4 = 400 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;

б) сопротивление одиночного вертикального заземлителя

$$R_0 = 0,366 \frac{\rho_{\text{гр}}^{\text{В}}}{l} \lg \left(\frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \frac{4t+l}{4t-l} \right).$$

При этом глубина заложения вертикального заземлителя

$$t = (l/2) + h = 3/2 + 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Подставив значения, получим

$$R_0 = 0,366 \frac{170}{3} \left(\lg \frac{2 \cdot 3}{0,06} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 45,03 \text{ Ом};$$

в) потребное количество вертикальных электродов методом последовательных приближений:

$$n = R_0 / (R_3 \eta_0),$$

где η_0 – коэффициент использования заземлителя, определяется по приложению 4 [44].

Расчет количества вертикальных электродов прекращается при выполнении условия

$$n_i - n_{i-1} \leq 1.$$

При $\eta_0 = 1$ находим исходное число труб:

$$n_1 = 45,03/4 = 11 \text{ ед.}$$

Принимая контурное расположение заземлителей (так как $n > 10$) и отношение $a/l = 2$ для количества труб $n = 11$ с учетом интерполяции по приложению 4 [44], получим $\eta_{01} = 0,675$.

Уточняем число труб $n_2 = 45,03/(4 \cdot 0,675) = 17$ ед. Так как условие не выполняется, то продолжаем расчет аналогично предыдущему.

По приложению 4 [44] находим $\eta_{02} = 0,654$.

Тогда $n_3 = R_0/(R_3 \eta_{02}) = 45,03/(4 \cdot 0,654) = 17,45$ ед.

Полученное число заземлителей отличается от предыдущего значения менее чем на 1, то есть $n_i - n_{i-1} = 17,45 - 17 = 0,45 < 1$.

Поэтому, округляя число вертикальных электродов до ближайшего целого значения, окончательно принимаем $n = 17$ при $\eta_0 = 0,654$;

д) для заземлителей, расположенных в контуре ($n > 10$), – длину полосы

$$L_{\Pi} = 1,05 a n.$$

После подстановки данных в формулу получим

$$L_{\Pi} = 1,05 \cdot 6 \cdot 17 = 107,1 \text{ м};$$

е) вычисляем сопротивление растеканию горизонтальной соединительной полосы, расположенной в земле:

$$R_{\Pi} = 0,366 \frac{\rho_{\Pi}}{L_{\Pi}} \lg \frac{2L_{\Pi}^2}{bh}.$$

После подстановки данных получим

$$R_{\Pi} = 0,366 \cdot \frac{400}{107,1} \cdot \lg \frac{2 \cdot 107,1^2}{0,04 \cdot 0,5} = 8,28 \text{ Ом}.$$

По приложению 4 [44] при $n = 17$, $a/l = 2$ и расположению труб в групповом заземлителе по контуру коэффициент экранирования полосы $\eta_{\Pi} = 0,344$;

ж) результирующее сопротивление растеканию группового заземлителя

$$R_{\text{гр}} = \frac{R_o R_{\Pi}}{R_o \eta_{\Pi} + R_{\Pi} n \eta_o}.$$

Подставив данные, вычисляем

$$R_{\text{гр}} = \frac{45,03 \cdot 8,28}{45,03 \cdot 0,344 + 17 \cdot 8,28 \cdot 0,654} = 3,51 \text{ Ом}.$$

3 Выводы. Так как вычисленное $R_{\text{гр}} < R_3$ ($3,51 < 4$), то определенные в ходе расчета число труб $n = 17$ и длина соединительной полосы $L_{\Pi} = 107,1$ м принимают окончательно.

Пример 3. Рассчитать боковую двухстороннюю завесу у раздвижных ворот размерами $F_{\text{пр}} = 4 \cdot 3 \text{ м} = 12 \text{ м}^2$ в производственном помещении, где аэрационные проемы в холодный период года закрыты. Объемы вытяжки и притока механической вентиляции сбалансированы. Расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года по параметрам Б $t_{\text{н}} = -25 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\gamma_{\text{н}} = 1,42 \text{ кгс/м}^3$. Температура и удельный вес воздуха в помещении $t_{\text{в}} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\gamma_{\text{в}} = 1,21 \text{ кгс/м}^3$. Работы относятся к категории легких ($t_{\text{см}} = 14 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\gamma_{\text{см}} = 1,23 \text{ кгс/м}^3$). Ворота бывают открыты 10 мин в течение 1 часа. Длина притворов приточных аэрационных проемов $l_{\text{п}} = 800 \text{ м}$. Длина притворов фонаря $l_{\text{в}} = 700 \text{ м}$. Расстояние от центра фрамуг аэрационного фонаря до центра приточных проемов $h_2 = 5 \text{ м}$. Приточные проемы расположены на уровне проема ворот ($h_1 = 0$).

Решение. 1 С учетом рекомендаций [72] принимаем значения

относительной площади $\bar{F} = F_{\text{пр}} / F_{\text{ц}}$ и относительного расхода \bar{q} (отношение расхода воздуха завесы к расходу воздуха, проходящего через проем при работе завесы) $\bar{F} = 20$ и $\bar{q} = 0,7$. По таблице 10.1 [72] для раздвижных ворот находим коэффициент расхода $\mu_{\text{пр}} = 0,3$.

2 Расчетное значение h находим по формуле, приведенной в таблице 10.2 [72], соответствующей заданному условию при закрытых аэрационных проемах,

$$h_1 + \frac{h_2}{0,25 \left(\frac{l_{\text{п}}}{l_{\text{в}}} \right)^2 + 1},$$

где h_1 – расстояние от центра проема, оборудованного завесой, до центра приточных проемов, м;

h_2 – расстояние между центрами приточных и вытяжных проемов, м;

$l_{\text{п}}$ – длина открываемых в теплый период года притворов приточных проемов, м;

$l_{\text{в}}$ – длина открываемых притворов вытяжных проемов.

В данном случае после подстановки соответствующих значений получим

$$h = \frac{5}{0,25 \left(\frac{800}{700} \right)^2 + 1} = 3,8 \text{ м.}$$

3 Расчетная разность давлений

$$\Delta p = h(\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}),$$

где h – расстояние по вертикали от центра проема, оборудованного завесой, до уровня равных давлений снаружи и внутри здания (высота нейтральной зоны);

$\gamma_{\text{н}}$ и $\gamma_{\text{в}}$ – удельный вес воздуха соответственно при наружной и внутренней температуре, кгс/м³.

Подставив данные получим

$$\Delta p = 3,8(1,42 - 1,21) = 0,8 \text{ кгс/м}^2.$$

4 Общий расход воздуха завесы

$$G_3 = 16000 \bar{q} \mu_{\text{пр}} F_{\text{пр}} \sqrt{\Delta p \gamma_{\text{см}}},$$

где $\mu_{\text{пр}}$ – коэффициент расхода проема при работе завесы, значение которого определяется по таблице 10.1 [72] в зависимости от типа и конструкции завесы, вида проема и относительного расхода воздуха \bar{q} ;

$F_{\text{пр}}$ – площадь открываемого проема, оборудованного завесой, м;

Δp – разность давлений воздуха снаружи и внутри помещения на

уровне проема, оборудованного завесой, кгс/м³;
 $\gamma_{см}$ – удельный вес смеси воздуха завесы и наружного воздуха при нормируемой температуре в районе ворот, кгс/м³.

Следовательно,

$$G_3 = 16000 \cdot 0,7 \cdot 0,3 \cdot 12 \sqrt{0,8 \cdot 1,23} = 40000 \text{ кгс/ч.}$$

5 Температура воздуха завесы

$$t_3 = t_H + \frac{t_{см} - t_H}{q(1 - Q)},$$

где t_H – температура наружного воздуха для холодного периода года;

$t_{см}$ – температура смеси воздуха, проходящего через открытый проем.

Принимается равной нормируемой температуре в районе ворот;

\bar{Q} – отношение количества тепла теряемого с уходящим через открытый проем воздухом к тепловой мощности калориферов завесы. Определяется по графику (рисунок 10.3 [72]).

$$t_3 = -25 + \frac{14 + 25}{0,7(1 - 0,12)} = 38,5 \text{ }^\circ\text{C},$$

6 Суммарная тепловая мощность калориферов воздушно-тепловой завесы

$$Q_3 = cG_3(t_3 - t_{нач}),$$

где c – удельная массовая теплоемкость воздуха кДж/(кг·град);

$t_{нач}$ – температура воздуха, забираемого для завесы, которая определяется с учетом рекомендаций [72].

$$Q_3 = 1,006 \cdot 40000(38,5 - 14) = 984650 \text{ кДж/ч.}$$

7 Дополнительное количество тепла для подогрева воздуха, проходящего через ворота, от температуры $t_{см}$ до температуры t_B

$$Q_{доп} = \frac{4,19 \cdot 0,004 n G_3}{q} (t_B - t_{см}),$$

где n – продолжительность открывания проема, мин. в течение 1 часа.

$$Q_{доп} = \frac{4,19 \cdot 0,004 \cdot 10 \cdot 40000}{0,7} (18 - 14) = 38338,5 \text{ кДж.}$$

Пример 4. Воздухообмен, обеспечивающий удаление избыточного тепла в цехе, составляет 185000 кг/ч. Определить площади приточных и вытяжных фрагм, если расстояние между центрами фрагм $H = 8 \text{ м}$, $t_B = 23,3 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{yx} = 31,3 \text{ }^\circ\text{C}$ (в плоскости центра вытяжных фрагм), $t_H = 20,3 \text{ }^\circ\text{C}$. Задаемся соотношением площадей фрагм приточных (F_1) и вытяжных (F_2), равным 1,25 (во избежание опрокидывания естественного воздухообмена при ветре площадь приточных фрагм рекомендуется принимать больше

вытяжных примерно на 25 %).

Решение. 1 Определяем расстояние от нейтральной зоны до центра вытяжных фрамуг:

$$h_2 = H / (F_2^2 / F_1^2 \rho_B / \rho_H + 1).$$

где H – расстояние между центрами приточных и вытяжных проемов, м;
 ρ_B, ρ_H – соответственно плотность воздуха при температурах внутри здания и снаружи;

F_1, F_2 – соответственно площади приточных и вытяжных отверстий, м².

Предварительно находим плотности воздуха:

$$\rho_B = \rho_{yx} = 1,16 \text{ кг/м}^3 \text{ и } \rho_H = 1,204 \text{ кг/м}^3;$$

тогда

$$h_2 = 8 / (1/1,25)^2 \cdot 1,16 / 1,204 + 1 = 4,9 \text{ м.}$$

2 Находим среднюю температуру в помещении:

$$t_{cp} = (23,3 + 31,3) / 2 = 27,3 \text{ }^\circ\text{C} \text{ и } \rho_{cp} = 1,176 \text{ кг/м}^3.$$

3 Расстояние от нейтральной зоны до центра приточных проемов
 $h_1 = 8 - 4,9 = 3,1 \text{ м.}$

4 По приведенным ниже формулам рассчитываем площади приточных и вытяжных вентиляционных проемов

$$F_1 = G_1 / (3600 \mu v_1) = G_1 / (\mu 3600 \sqrt{2gh_1(\rho_H - \rho_B) / \rho_H}),$$

$$F_2 = G_2 / (3600 \mu v_2) = G_2 / (\mu 3600 \sqrt{2gh_2(\rho_H - \rho_B) / \rho_B}),$$

где G_1 и G_2 – расходы воздуха соответственно через приточные и вытяжные проемы, кг/ч.

Вычисляем величины площадей:

$$F_1 = 185000 / (3600 \cdot 0,65 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3,1(1,204 - 1,176)1,204}) = 17,5 \text{ м}^2;$$

$$F_2 = 185000 / (3600 \cdot 0,65 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 4,9(1,204 - 1,176)1,16}) = 14,1 \text{ м}^2.$$

Пример 5. Подобрать калориферную установку для следующих условий: количество нагреваемого воздуха $G = 14000$ кг/ч; расчетная наружная вентиляционная температура $t_1 = -15$ °C; температура приточного воздуха $t_2 = 15$ °C; теплоноситель – вода с параметрами при наружной отопительной температуре $T_1 = 150^\circ$, $T_2 = 70^\circ$.

Решение. 1 Определяем расход теплоты на нагревание воздуха:

$$Q = GC(t_2 - t_1),$$

где G – количество нагреваемого воздуха;

C – массовая теплоемкость воздуха;

t_2 – температура воздуха после нагревания (после калорифера);

t_1 – температура воздуха до нагревания (до калорифера).

$$Q = 14000 \cdot 0,278 [15 - (-15)] = 117000 \text{ Вт.}$$

2 Задаваясь массовой скоростью воздуха $\nu\rho = 8 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, рассчитываем предварительно живое сечение калориферной установки по воздуху:

$$f = 14000 / (3600 \cdot 8) = 0,485 \text{ м}^2.$$

3 Пользуясь таблицами для подбора калориферов, выбираем калориферы КФС-6. Параллельная установка двух калориферов по воздуху создает живое сечение

$$2 \cdot 0,295 = 0,59 \text{ м}^2.$$

4 Определяем массовую скорость воздуха для принятой установки калориферов:

$$(\nu\rho)_\phi = 14000 / (3600 \cdot 2 \cdot 0,295) = 6,6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

5 По графику температур теплоносителя в зависимости от t_n находим температуру в подающей и обратной магистралях при расчетной наружной вентиляционной температуре $t_1 = -15 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$T_{1(-15^\circ)} = 118^\circ; \quad T_{2(-15^\circ)} = 58^\circ.$$

6 Рассчитываем скорость движения воды в трубках калориферов, пропуская воду последовательно через каждый калорифер:

$$\omega = 117000 / [3600 \cdot 1000 \cdot 0,0076 (118 - 58)] 1,16 = 0,066 \text{ м}/\text{с},$$

где $f = 0,0076 \text{ м}^2$ – живое сечение прохода воды для калорифера КФС-6 при ее расходе через калорифер

7 Вычисляем коэффициент теплопередачи калориферов путем интерполирования табличных значений:

$$K = 18,5 \text{ Вт}/\text{град.}$$

8 Определяем отношение наименьшей разности температур и наибольшей:

$$(T_2 - t_2) / (T_1 - t_1) = (58 - 15) / [118 - (-15)] = 43 / 133 < 0,6.$$

Следовательно, расчет должен быть отнесен к среднелогарифмической разности температур.

9 Находим необходимую поверхность нагрева калориферной установки:

$$F = \frac{Q}{[K(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)] / \ln \frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}} = \frac{117000}{\{18,5(118 - 15) - [58 - (-15)]\} / \ln \frac{118 - 15}{58 - (-15)}} = 82 \text{ м}^2.$$

10 Общее количество устанавливаемых калориферов КФС-6 составит $n = 82/25,3 = 3,24$; принимаем 4 калорифера КФС-6.

11 Определяем фактическую поверхность нагрева установки:

$$F_y = 4 \cdot 25,3 = 101,2 \text{ м}^2.$$

Запас поверхности нагрева калориферной установки

$$\frac{101,2 - 82}{101,2} 100 = 18,7\% , \text{ что допустимо.}$$

12 С учетом полученных выше данных принимаем установку четырех калориферов.

13 Определяем сопротивление движению воздуха при $\nu\rho = 6,6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Сопротивление одного ряда калориферов по воздуху для модели КФС

$$p_1 = 0,122(\nu\rho)^{1,76} = 0,122 \cdot 6,6^{1,76} \cdot 9,8 = 32,4 \text{ Па.}$$

Для двухрядной установки калориферов

$$p_2 = 2 \cdot 32,4 = 64,8 \text{ Па.}$$

Пример 6. Рассчитать систему зануления при следующих данных: мощность питающего трансформатора 400 кВ·А; схема соединения обмоток трансформатора – «звезда»; линия 380/220 В; электродвигатель вентилятора серии 4А, тип – 4А132М2; длина проводов: фазного – $l_\phi = 100 \text{ м}$; нулевого – $l_n = 50 \text{ м}$.

Решение. 1 По справочным данным (приложение 8) [44] находим основные технические характеристики электродвигателя типа 4А132М2:

$$P = 10 \text{ кВт}; n = 3000 \text{ об/мин}; \cos\varphi = 0,9; k_n = I_3^{\text{пус}} / I_3^{\text{ном}} = 7,5.$$

2 Используя формулу (20) [44], определяем номинальный ток электродвигателя $I_3^{\text{ном}} = 10 \cdot 1000 / (\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9) = 16,9 \text{ А}$. С учетом формулы 18 [44] вычисляем пусковой ток: $I_3^{\text{пус}} = 16,9 \cdot 7,5 = 126,8 \text{ А}$.

3 По формуле (17) [44] находим номинальный ток плавкой вставки $I_n = 126,8/2 = 63,4 \text{ А}$, по которому из приложения 10 [45] выбираем стандартный предохранитель ПН2–100 с номинальным током плавкой вставки 80 А при напряжении сети 380 В.

4 По формуле 21 [44] выбираем сечение фазного провода S_ϕ по допустимому току: $I_{\text{доп}} > 16,9 \text{ А}$ или $I_{\text{доп}} > 80/3 = 26,7 \text{ А}$. По большему значению, пользуясь таблицей 1.3.4 [44], принимаем сечение провода $S_\phi = 3 \text{ мм}^2$, для которого $I_{\text{доп}} = 28 \text{ А}$ (провод с медными жилами, при числе жил 3, способ прокладки – в стальных трубах, тип – ПР). Проверяем полученное сечение по потере напряжения (формула (22) [44]):

$$\Delta U = 10 \cdot 100 \cdot 10^5 / (1 \cdot 3 \cdot 380^2 \cdot 53) = 4,36\% ,$$

что ниже допустимого (5 %); значит, принятое сечение $S_{\phi} = 3 \text{ мм}^2$ подходит для данной сети.

5 Активное сопротивление фазного провода находим по формуле $R_{\phi} = 0,018 \cdot 100 / 3 = 0,6 \text{ Ом}$. Индуктивное сопротивление для меди $X_{\phi} = 0$.

6 Ожидаемый ток короткого замыкания из условия (14) [44] $I_k = 3 I_n = 3 \cdot 63,4 = 190,2 \text{ А}$. Плотность тока $i = I_k / S_n$ и для стальных проводников должна быть в пределах $i = 1 \dots 2 \text{ А/мм}$. По приложению 9 [44] этим условиям ($I_k = 190,2 \text{ А}$ и $i = 1 \dots 2 \text{ А/мм}$) отвечает стандартное сечение нулевого провода $4 \times 30 \text{ мм}$ ($S_n = 120 \text{ мм}^2$). Плотность тока при этом $i = 190,2 / 120 = 1,6 \text{ А/мм}$. По приложению 9 [44] для нулевого проводника, выполненного из стальной полосы $30 \times 4 \text{ мм}$, при плотности тока $i = 1,6 \text{ А/мм}$ после интерполяции находим значение $r_n = 2,31 \text{ Ом/км}$ и $X_{он} = 1,39 \text{ Ом/км}$. С учетом формулы (25) [44] получим $R_n = 2,31 \cdot 0,05 = 0,116 \text{ Ом}$; $X_n = 1,39 \cdot 0,05 = 0,07 \text{ Ом}$. Проверяем выполнение условия 23 [44]: $1 / (0,116 + 0,07) > 0,5 \cdot 0,6$ или $5,3 > 0,3$, т.е. условие соблюдается, значит, сечение нулевого проводника выбрано верно.

7 Величину внешнего индуктивного сопротивления петли «фаза-нуль» при общей длине петли $l = 100 + 50 = 150 \text{ м} = 0,15 \text{ км}$ находим с учетом пояснений к формуле (16) [44] $X_n = 0,3 \cdot 0,15 = 0,045 \text{ Ом}$.

8 По приложению 7 [44] находим значение сопротивления обмоток трансформатора Z_T . Для трансформатора мощность $400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ при соединении обмоток звездой $Z_T = 0,195 \text{ Ом}$.

9 Вычисляем полное сопротивление петли «фаза-нуль» по формуле (16) [44]:

$$Z_n = \sqrt{(0,6 + 0,116)^2 + (0 + 0,07 + 0,045)^2} = 0,725 \text{ Ом}.$$

10 Используя полученные данные, рассчитываем по формуле (15) [44] ток однофазного короткого замыкания:

$$I_k = 220 / ((0,195 / 3) + 0,725) = 278,5 \text{ А}.$$

11 Проверяем условие надежного срабатывания защиты по формуле (14) [44]: $278,5 > 3 \cdot 80 \text{ А}$.

Ток I_k более чем в три раза превышает номинальный ток защиты, поэтому при замыкании на корпус плавкая вставка перегорит за 5–7 секунд и отключит поврежденную фазу.

Пример 7. 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-волокнистыми плитами, а верхняя половина стен и потолок – акустическими плитами с наполнителем.

Решение. 1 Решение выполним в табличной форме. Пользуясь данными, приведенными в приложении Е, определяем коэффициенты звукопоглощения α для всех среднегеометрических частот октавных полос и заносим эти данные в таблицу 2.

Т а б л и ц а 2 – Расчет звукопоглощения в производственном помещении

Конструкции и материалы	Площадь S , м ²	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц									
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
<i>Коэффициенты звукопоглощения α</i>											
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	
<i>Расчет звукопоглощения до облицовки A_1</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 $A_1 = \sum \alpha_1 S_1$		37,4	37,4	38,9	34,5	31,4	28,2	27,7	24,4	29,5	

<i>Расчет звукопоглощения после облицовки A_2</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 древесноволокнист ыми плитами	72	14,4	14,4	15,8	21,6	24,5	23,0	29,5	30,2	30,2

Окончание таблицы 2

Конструкции и материалы	Площадь S , м ²	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
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

2 Умножением коэффициентов звукопоглощения на площади ограждающих конструкций определяем для всех октавных полос звукопоглощение для отдельных элементов облицовок и общее звукопоглощение в производственном помещении до облицовки:

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

3 С учетом коэффициентов звукопоглощения для выбранных звукопоглощающих облицовок аналогично предыдущему пункту определяем общее звукопоглощение для октавных полос частот после облицовки A_2 . Результаты расчетов A_1 и A_2 заносим в таблицу 2.

4 С учетом характеристики производственного оборудования определяем спектр шума в помещении до применения звукопоглощения и заносим его в таблицу 3.

5 Пользуясь данными, приведенными в приложении Г (таблица Г.1) определяем нормативные значения уровней шума на среднегеометрических частотах с учетом характера выполняемой работы и заносим их в таблицу 3.

6 Определяем превышение фактических уровней шума в децибелах (дБ) на среднегеометрических частотах октавных полос над нормативными значениями.

7 Определяем снижение уровней шума в децибелах для всех октавных полос по формуле

$$СШ = 10 \lg \frac{A_2}{A_1} .$$

Так, на частоте 1000 Гц величина снижения уровня шума составит

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

8 Определяем спектр шума после применения звукопоглощения (по

разнице значений уровней шума на среднегеометрических частотах до облицовки и снижения уровней шума).

9 Определяем, есть ли превышение нормируемых уровней шума в децибелах на среднегеометрических частотах над нормативными значениями, и результаты заносим в таблицу 3.

Т а б л и ц а 3 – Расчет снижения уровней шума

В децибелах

Показатель	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Спектр шума в помещении	71	74	86	92	104	106	100	90	80
Нормируемые значения уровней шума	107	95	87	82	78	75	73	71	69
Превышение нормативных уровней шума	–	–	–	10	26	31	27	19	11
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
Превышение нормативных уровней после облицовки	–	–	–	4	17	22	18	11	5

Вывод. Выполненные расчеты показали, что снижение уровней шума на различных частотах неодинаково. Вместе с тем необходимо отметить, что снижение шума за счет звукопоглощающей облицовки стен и потолка в производственном помещении оказалось недостаточным 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 литературе [4, 5, 11, 22, 23].

Контрольные вопросы

1 Охрана труда: понятие и содержание. Состояние и задачи, стоящие в области охраны труда в Республике Беларусь и на железнодорожном транспорте. Законодательство Республики Беларусь об охране труда.

2 Организация работы по охране труда в Республике Беларусь и на железнодорожном транспорте. Система управления охраной труда и ее основные элементы. Отраслевое положение.

3 Экономическое значение, планирование и финансирование мероприятий по охране труда.

4 Нормативное обеспечение охраны труда. Государственные нормативные требования охраны труда. Нормативные правовые акты и технические нормативные правовые акты по охране труда. Система стандартов безопасности труда.

5 Инструкции по охране труда: назначение, виды, порядок разработки, согласования, утверждения, пересмотра, структура и содержание.

6 Надзор и контроль за соблюдением законодательства об охране труда в Республике Беларусь и на железнодорожном транспорте. Отраслевое положение.

7 Ответственность за нарушение законодательства об охране труда, правил и норм.

8 Опасные и вредные производственные факторы, их классификация. Факторы, определяющие специфику условий труда на железнодорожном транспорте, их анализ.

9 Классификация несчастных случаев. Анализ производственного травматизма. Современные методы изучения причин производственного травматизма, исследования условий труда. Основные статистические показатели производственного травматизма.

10 Расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

11 Обеспечение работников санитарно-бытовыми помещениями, устройствами и средствами.

12 Средства защиты работников: назначение, классификация. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами.

13 Обучение безопасным методом и приемам работы, проведение инструктажей, проверка знаний по вопросам охраны труда. Отраслевое положение.

14 Комплексная количественная оценка условий труда: цели, методика, критерии оценки.

15 Аттестация рабочих мест по условиям труда: цели, порядок проведения, оформление результатов.

16 Права работников на компенсации по условиям труда. Порядок предоставления таких компенсаций. Особенности предоставления компенсаций по результатам аттестации рабочих мест.

17 Эргономика и охрана труда, экономические факторы, влияющие на работоспособность и безопасность труда.

18 Метеорологические условия и их влияние на терморегуляцию. Их нормирование, исследование и оценка.

19 Вредные вещества в воздухе рабочей зоны: классификация, действие на организм, нормирование, исследование и оценка чистоты воздушной среды.

20 Современные методы и средства обеспечения нормируемых условий воздушной среды рабочей зоны. Назначение и классификация вентиляции, устройство и требования, предъявляемые к ней.

21 Определение требуемых воздухообменов для общеобменной и местной вентиляции.

22 Местная вентиляция: назначение, устройство. Конструкция местных устройств и область их применения, расчет производительности.

23 Естественная вентиляция: назначение, классификация, конструктивное исполнение, расчет.

24 Расчет механической вентиляции. Подбор вентиляционного оборудования.

25 Воздушные и воздушно-тепловые завесы: назначение, устройство, основа расчета. Кондиционирование воздуха.

26 Отопление предприятий железнодорожного транспорта: назначение, классификация, санитарно-гигиеническая и экономическая оценка, основы расчета. Особенности отопления больших производственных помещений.

27 Производственное освещение: назначение, классификация, требования к нему и нормирование.

28 Классификация, сравнительный анализ, область применения современных источников света и осветительных приборов. Основные их характеристики.

29 Проектирование осветительных установок. Расчет методам коэффициента использования светового потока и точечным методам.

30 Освещение объектов железнодорожного транспорта, открытых территорий. Расчет прожекторного освещения.

31 Основные физико-гигиенические характеристики шума. Определение суммарного уровня шума от нескольких источников.

32 Действие шума на организм человека. Классификация шума по спектру и временным характеристикам. Нормирование производственного шума.

33 Современные методы и средства снижения уровней шума на производстве (на основе анализа основной акустической зависимости). Звукоизоляция: назначение, область применения, инженерные решения, расчет эффективности.

34 Звукопоглощение как средство снижения шума и его применение для снижения уровней шума. Применение глушителей шума на объектах железнодорожного транспорта.

35 Основные физико-гигиенические характеристики вибрации, ее классификация, действие на организм и нормирование.

36 Современные методы и средства, инженерные решения снижения уровней вибрации. Определение эффективности таких решений.

37 Действие электрического тока на организм. Виды поражений. Анализ факторов, влияющих на степень поражения. Критерии электробезопасности.

38 Анализ случаев включения человека в электрическую цепь в сетях с изолированной и заземленной нейтралью. Определение тока, протекающего через тело человека.

39 Замыкание токоведущих частей электроустановок на землю. Напряжение шага и прикосновения. Защита от них.

40 Назначение и область применения защитного заземления. Нормирование наибольшего допустимого сопротивления. Расчет заземляющего устройства.

41 Назначение, область применения и устройство зануления. Назначение повторного заземления нулевого провода. Нормирование сопротивления заземления нулевого провода.

42 Организационные и технические мероприятия по предупреждению поражения электрическим током. Требования ПУЭ, ПТЭ и ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей.

43 Требования к электротехническому персоналу. Квалификационные группы по электробезопасности персонала, обслуживающего электроустановки.

44 Классификация объектов, помещений и работ по опасности поражения электрическим током. Требования безопасности к переносному электроинструменту и освещению.

45 Электромагнитные излучения и защита от них. Электромагнитное влияние сетей переменного тока, электроснабжения железнодорожного транспорта. Защита от наведенных напряжений.

46 Атмосферное электричество и защита от него. Классификация, устройство и расчет молниезащиты. Статическое электричество и защита от него.

47 Требования безопасности при выполнении погрузочно-разгрузочных работ. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, механизмов и устройств.

48 Обеспечение безопасности при выполнении основных видов работ на объектах специальности.

49 Требования безопасности при эксплуатации установок и сосудов, работающих под давлением, газового оборудования. Контрольно-измерительные приборы, предохранительные устройства и арматура.

50 Требования безопасности при работе на высоте.

51 Основные требования охраны труда при проектировании, изготовлении и эксплуатации подвижного состава, машин и механизмов, производственного оборудования, инструмента и приспособлений.

52 Действие ионизирующих излучений на организм, их нормирование. Защита от ионизирующих излучений.

53 Требования охраны труда к предприятиям железнодорожного транспорта (территории, здания и сооружения, помещения, организация рабочих мест).

54 Категорирование объектов (помещений, зданий и наружных установок) по взрывопожарной и пожарной опасности. Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон по ПУЭ.

55 Основы теории горения. Основные показатели взрывоопасности веществ и материалов. Самовозгорающиеся вещества и материалы: классификация, анализ, требования пожарной безопасности при обращении с ними.

56 Пожарно-техническая классификация строительных и конструктивных материалов и конструкций. Огнестойкость: понятие, пределы огнестойкости. Современные методы повышения пределов огнестойкости.

57 Требования пожарной безопасности при проектировании и эксплуатации объектов железнодорожного транспорта.

58 Эвакуация при пожарах. Требования к эвакуационным выходам и путям эвакуации.

59 Современные методы и средства обнаружения пожаров, их классификация, область применения, эффективность.

60 Первичные средства пожаротушения: назначение, классификация, область применения с учетом классификации пожаров, нормы обеспечения подвижного состава и объектов железнодорожного транспорта.

61 Правила пожарной безопасности на железнодорожном транспорте (по объектам специальности).

62 Общие правила пожарной безопасности для производственных предприятий Республики Беларусь.

63 Обеспечение техники безопасности и пожарной безопасности при выполнении огневых работ на объектах железнодорожного транспорта.

64 Современные автоматические установки пожаротушения: назначение, классификация, область применения, конструктивные решения.

65 Пожарные аварийно-спасательные поезда: назначение, классификация, состав, оснащение, формирование и эксплуатация.

ЗАДАЧА № 1

Рассчитать пассивную виброизоляцию энергетической установки и установить ее эффективность.

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 4).

Указания к решению задачи

При решении данной задачи можно воспользоваться примером 1.

1 Определить частоту вынужденных и собственных колебаний. Частота

вынужденных колебаний

$$f_B = \frac{n}{60},$$

где n – частота вращения, об/мин.

Необходимая эффективность работы амортизаторов обеспечивается при отношении частоты вынужденных колебаний f_B к частоте собственных колебаний f_c , то есть f_B / f_c , в пределах от 3 до 4.

Т а б л и ц а 4 – **Выбор варианта задачи**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Масса энергетической установки, кг	180	200	190	210	240	260	280	300	350	250
Частота вращения возмущающей силы, n , об/мин	3000	1500	950	950	1500	930	3000	1500	950	3000
Число виброизоляторов, шт.	4	6	4	8	6	4	8	8	6	4
Допускаемое касательное напряжение при кручении τ , МПа $\times 10^2$	3,5	3,8	4,0	4,2	3,6	4,2	3,5	4,0	3,8	4,0
Модуль сдвига для материала пружин G , МПа $\times 10^4$	7,6	7,8	7,8	7,6	7,8	7,9	7,8	8,0	7,8	7,6
Расчетная амплитуда вертикальных колебаний установки a_{oz} , м $\times 10^{-5}$	5,0	5,5	4,5	4,8	6,0	4,5	5,8	6,5	6,0	5,5

2 Определить статическую осадку виброизоляторов под действием веса установки $x_{ст}$, см, при которой виброизолированная установка будет иметь полученную частоту собственных колебаний. Найти $x_{ст}$, преобразовав выражение

$$f_c = \frac{5}{\sqrt{x_{ст}}}.$$

3 Рассчитать общую жесткость пружин в вертикальном напряжении, Н/м, по формуле

$$K_z = mg\omega_z^2,$$

где m – масса энергетической установки, кг;

g – ускорение силы тяжести, принимается $9,81 \text{ м/с}^2$;

ω_z – круговая частота собственных колебаний в вертикальном направлении, рад/с,

$$\omega_z = \frac{\omega_0}{(f_0 / f_c)};$$

ω_0 – круговая частота вынужденных колебаний, рад/с. Рассчитывается по формуле $\omega_0 = 2\pi N / 60$.

Жесткость одной пружины, Н/мм,

$$K'_z = \frac{K_z}{n},$$

где n – количество виброизоляторов, устанавливается по условию задачи, шт.

4 Определить статическую нагрузку на одну пружину, Н/м, по формуле

$$P'_{ст} = \frac{mg}{n}.$$

5 Найти расчетную нагрузку на одну пружину

$$P' = P'_{ст} + 1,5P'_{дин},$$

где $P'_{дин}$ – динамическая нагрузка на одну пружину, Н,

$$P'_{дин} = a_{оз} K'_z.$$

6 Рассчитать диаметр прутка пружины, м, величина которого определяется по формуле

$$d \geq 1,6 \sqrt{\frac{kP'c}{[\tau]}},$$

где k – коэффициент, учитывающий повышение напряжений в точках сечения прутка, лежащих на поверхности цилиндра диаметром $D-d$, определяется по рисунку 5.1 [45] или по приложению Л;

c – индекс пружины, принимается в пределах от 4 до 10. Вычисляется из выражения $c = D / d$.

По ГОСТ 13766–86...13776–86 «Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из стали круглого сечения. Основные параметры витков» принять стандартное значение диаметра прутка пружины исходя из вышеприведенного условия.

7 Определить число рабочих витков пружины и полное число витков пружины.

Число рабочих витков пружины

$$i = \frac{Gd}{8c^3 K'_z},$$

где G – модуль сдвига для материала пружин, МПа.

Полное число витков

$$i_1 = i + i_2,$$

где i_2 – число мертвых витков, принимается 1,5 при $i < 7$ и 2,5 при $i > 7$ на оба торца пружины.

8 Найти высоту ненагруженной пружины

$$H_0 = H + i(h - d),$$

где H – высота пружины, сжатой до соприкосновения ее витков предельной нагрузкой, мм,

$$H = (i_1 - 0,5)d;$$

h – шаг пружины,

$$h = d + \frac{x_{\text{ст}}^{\text{факт}}}{i} + \delta_p;$$

$x_{\text{ст}}^{\text{факт}}$ – фактическая статическая осадка виброизоляторов под действием веса, см,

$$x_{\text{ст}}^{\text{факт}} = \frac{P'}{K_z};$$

δ_p – зазор между витками при максимальной рабочей нагрузке, принимается $\delta_p \geq 0,1d$.

9 Рассчитать необходимое количество пружинных виброамортизаторов для обеспечения прочности по формуле

$$n_{\text{необх}} \geq \frac{mg}{\frac{\pi d^2 [\tau]}{8kc} - 1,5P'_{\text{дин}}}.$$

10 Определить коэффициент передачи и эффективность виброизоляции. Коэффициент виброизоляции, %,

$$\mu = \frac{1}{\left(\frac{f_v}{f_c}\right)^2 - 1}.$$

Эффективность виброизоляции, дБ,

$$\Delta L = 20 \lg \frac{1}{\mu}.$$

11 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

Литература: [4, 11, 12, 22, 45].

ЗАДАЧА № 2

Произвести расчет эффективности внутренней звукопоглощающей облицовки помещения с внутренними источниками шума.

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

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 5).

Указания к решению задачи

1 При решении задачи можно воспользоваться примером 7. Пример

схемы облицовки ограждающих конструкций приведен на рисунке 11 [5].

2 Самостоятельно выбрать звукопоглощающие материалы или конструкции и для них определить коэффициенты звукопоглощения, пользуясь приложением Е.

Перечень некоторых звукопоглощающих материалов и их характеристики приведены в таблице 22 [5].

Т а б л и ц а 5 – Выбор варианта задачи

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Размеры помещения, м:										
- длина	10	12	12	10	16	10	8	8	14	12
- ширина	7,5	8	6	6	12	8	8	6	12	10
- высота	3,5	3,2	3,5	3,6	4,5	3,4	3,2	3,0	4,2	4,0
Площадь окон, %	12	14	16	18	16	14	12	16	18	12
Среднегеометрические октавные частоты, Гц:	Уровни шума источников, дБ									
31,5	65	74	66	71	42	75	65	63	61	
63	65	76	67	73	42	62	78	67	66	62
125	60	76	69	50	87	65	85	60	79	62
250	64	72	68	77	87	80	82	61	72	74
500	62	82	85	89	87	84	87	63	74	76
1000	76	89	85	80	85	82	65	80	74	87
2000	70	87	62	62	72	65	70	85	70	72
4000	61	85	74	82	71	72	75	56	68	55
8000	60	82	60	70	68	68	75	62	66	60
Предельный спектр уровня шума, дБ	60	75	70	70	80	75	60	65	65	75

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 α_i – коэффициент звукопоглощения i -го материала, определяется по таблице 22 [5];

S_i – площадь i -го материала, m^2 ;

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

в) снижение шума для всех октавных полос, дБ,

$$СШ = 10 \lg \frac{A_2}{A_1}.$$

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

Предельно допустимые уровни (ПДУ) шума на рабочих местах в производственном помещении можно определить по таблице 2 [52] или по приложению Г (таблица Г.1).

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

Литература: [5, 11, 12, 22, 23, 52, 54, 73, 74].

ЗАДАЧА № 3

Произвести расчет молниезащиты производственного здания одиночным стержневым молниеотводом.

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 6).

Т а б л и ц а 6 – **Выбор варианта задачи**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Категория объекта по молниезащите	III	II	III	II	III	II	III	II	III	II
Размеры объекта, м:										
- высота	11	10	14	16	18	25	22	24	26	28
- ширина	6,5	7	8	10	10	11	15	14	18	18
- длина	15	26	20	18	19	20	21	22	22	30
Интенсивность грозовой деятельности, ч/год	10–20	20–40	40–60	60–80	> 80	10–20	20–40	40–60	60–80	> 80

Указания к решению задачи

1 Привести расчетную схему молниеотвода. Пример схемы зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода представлен на рисунке 22 [86].

2 Определить:

а) вероятное число ударов молнии в год в здание

$$N = (A + bh_x)(B + bh_x)n \cdot 10^{-6},$$

где A, B – соответственно ширина и длина защищаемого здания, м;

h_x – наибольшая высота здания, м;

n – интенсивность грозовой деятельности, ч/год;

б) тип зоны защиты молниеотвода. Устанавливается в зависимости от значения N и категории молниезащиты объекта. Рекомендации по выбору зоны защиты приведены на с. 19 [86];

в) минимальное расстояние между молниеотводом и объектом принимается самостоятельно согласно п. 5 главы I [86];

г) горизонтальное сечение зоны защиты R_x на высоте h_x – согласно данным, полученным ранее;

д) высоту стержневого молниеотвода до 150 м рассчитать по формулам:

$$\begin{aligned} \text{зона типа А –} \quad & h_o = 0,85h; \\ & R_o = (1,1 - 0,002h) h; \\ & R_x = (1,1 - 0,002h)(h - h_x / 0,85); \\ \text{зона типа Б –} \quad & h_o = 0,92h; \\ & R_o = 1,5h; \\ & R_x = 1,5(h - h_x / 0,92); \\ & h = (R_x + 1,63h_x) / 1,5. \end{aligned}$$

3 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

Литература: [9, 12, 13, 23, 86].

ЗАДАЧА № 4

Рассчитать строп из стального каната, предназначенный для перемещения груза.

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 7).

Т а б л и ц а 7 – **Выбор варианта задачи**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Масса груза, т	2,5	3	4,5	4	1,5	3,5	4	4,5	2	3
Число ветвей стропа	2	4	4	4	2	4	2	4	2	4
Расстояния между точками закрепления, м:										
- по длине	3,0	4	3,8	3,5	4	3,5	3	4,5	3,2	3,0
- ширине	–	1,5	2	1,5	–	2	–	1,5	–	1,8
Угол наклона каната к вертикали, град	60	45	30	45	30	45	30	60	30	45
Коэффициент запаса прочности	5,5	5,0	6	5,5	5,0	6	5	5,5	5,0	6

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 на рисунке III.3 [12].

2 Маркировочную группу каната по временному сопротивлению

разрыву принять самостоятельно.

3 Определить:

а) 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;

α – угол наклона каната к вертикали, град;

б) расчетное разрывное усиление в ветви стропа, кН,

$$R = S k_3,$$

где k_3 – коэффициент запаса прочности, который можно определить по приложению К (таблица К.2);

в) длину ветвей стропа рассчитать в зависимости от приведенной схемы строповки, используя тригонометрические функции.

4 Подобрать по ГОСТу диаметр каната и привести условное обозначение каната для стропов. Используя таблицу III.1 [12] или таблицу К.3 приложения К, 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.

5 Указать браковочные признаки каната. Браковочные признаки приведены в приложениях 19 и 21 [40].

6 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

Литература: [9, 12, 22–24, 39, 85].

ЗАДАЧА № 5

Произвести количественную оценку условий труда на рабочем месте при выполнении работ на предприятии в процессе аттестации рабочих мест. Продолжительность рабочей смены 8 ч.

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 8).

Указания к решению задачи

1 В соответствии с исходными данными, пользуясь ССБТ и СН, определить значения ПДК и ПДУ для факторов условий труда при этом можно использовать приложения В, Г, Д.

2 С учетом Критериев для оценки условий труда по превышению значений ПДК и ПДУ, опасности и вредности определить балльную оценку по каждому фактору B_i (приложение 7 [17]).

3 Определить фактические баллы факторов условий труда, учитывающие степень и опасность отдельных факторов с учетом продолжительности их

действия, по выражению

$$B_{\text{фи}} = E_i K_{\text{ври}},$$

где $K_{\text{ври}}$ – коэффициент продолжительности воздействия фактора,

$$K_{\text{ври}} = t_{\text{ди}} / T_{\text{р.см}} ;$$

$t_{\text{ди}}$ – продолжительность действия i -го фактора в течение рабочей смены;

$T_{\text{р.см}}$ – продолжительность рабочей смены.

Т а б л и ц а 8 – Выбор варианта задачи

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вредные химические вещества и пыль:										
- наименование	Оксид углерода	Азота оксиды	Серная кислота	Бензин	Оксид марганца	Сернистый ангидрид	Железа оксид	Оксид углерода	Серная кислота	Пыль кремния
- концентрация, мг/м ³	2,5	5,6	0,15	30	0,3	5,6	7,2	2,1	0,12	1,8
- время действия, ч	3	4	2,5	3,5	4	5	4,5	2,5	2	3
Вибрация:										
- уровень, дБ	–	92	–	87	–	–	–	–	–	88
- время действия, ч	–	2	–	4	–	–	–	–	–	1,8
Шум:										
- уровень, дБ А	86	88	72	82	82	81	86	88	70	90
- время действия, ч	6	6	6	4	4	5	4,5	5	5,5	6
Постоянная работа в неотапливаемом помещении	+	–	+	–	+	–	+	–	–	+
Постоянная работа на открытом воздухе	–	+	–	–	–	+	–	+	+	–
Общая физическая нагрузка, кг·м×1000	45	15	150	165	55	85	75	90	48	81
Рабочая поза и перемещение в пространстве:										
- нахождение в наклонном положении свыше 30°, % времени смены	10	–	15	–	25	45	–	–	45	–
- переходы, обусловленные технологическим процессом, км/см	–	5,8	–	11,2	–	–	8,6	7,5	–	9,6
Эмоциональное напряжение:										
- опасность наезда подвижного состава	–	+	–	+	–	+	–	+	+	–
Работа с чередующейся ночной сменой по графику	+		+		+			+		+

4 Определить суммарную балльную оценку условий труда на рабочем месте, которая рассчитывается с учетом фактических балльных оценок по каждому фактору условий труда,

$$B_{\text{общ.и}} = \sum_{i=1}^n B_{\text{фи}}.$$

5 Установить размер доплаты к тарифной ставке исходя из количественной оценки условий труда. При этом размер доплаты в процентах к тарифной ставке 1-го разряда за каждый час работы в особых условиях принять по п.32 [17]. Фонд рабочего времени принять по действующим нормам.

6 Оформить карту условий труда на рабочем месте.

Пример оформления карты условий труда приведен в [88].

Литература: [17, 19, 88].

ЗАДАЧА № 6

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

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 9).

Т а б л и ц а 9 – **Выбор варианта задачи**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Категория производства	В	Б	В	А	В	Б	В	Б	А	Б
Объем помещения, тыс. м ³	10	15	45	15	30	35	40	45	15	60
Число людей на первом участке	40	45	50	55	45	65	50	45	60	70
Длина участка, м:										
- первого l ₁	35	30	33	40	28	40	42	44	46	48
- второго l ₂	25	16	27	28	19	30	21	22	28	24
- третьего l ₃	11	25	12	25	13	25	12	15	20	25
Ширина участка, м:										
- первого δ ₁	4,0	3,2	2,8	3,6	3,8	2,7	2,6	3,5	3,4	2,8
- второго δ ₂	3,5	2,8	2,5	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,6	2,4
- третьего δ ₃	2,1	2,0	1,8	1,9	1,8	2,1	1,9	2	1,9	1,9

Указания к решению задачи

1 Выбрать расчетную схему согласно данным в задании. Приблизительная схема эвакуации людей из производственных помещений представлена на рисунках 1 или XVII.2 [12].

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 м².

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

4 Определить плотность людского потока на первом участке по формуле

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

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

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, м²;

l_1 – длина первого участка, м;

δ_1 – ширина первого участка, м;

5 Скорость движения v_i и интенсивность движения q_i людского потока по горизонтальному пути на первом участке устанавливается по данным, приведенным в приложении Б.

6 Время движения людского потока на первом участке и последующих

$$t_i = l_i / v_i.$$

7 Интенсивность движения людского потока, м/мин, рассчитывается по формуле

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

Скорости движения людского потока устанавливаются по данным, приведенным в приложении В.

8 Расчетное время, мин, эвакуации людей

$$t_{\text{расч}} = \sum t_i,$$

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

9 Требования к путям эвакуации следует определять по СНБ 2.02.02–01 «Эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре», а необходимое время эвакуации людей – можно по приложению Б в зависимости от степени огнестойкости, категории производства по взрывопожароопасности и объема помещений.

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

Литература: [2, 3, 12, 15, 18, 20, 24, 25, 37, 59].

ЗАДАЧА № 7

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

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 10).

Т а б л и ц а 10 – Выбор варианта задачи

Исходные данные	Варианты
-----------------	----------

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Разряд зрительной работы	IV	III	III	IV	IV	IV	IV	III	IV	III
Подразряд зрительной работы	б	в	б	в	б	в	а	в	б	в
Размеры помещения, м:										
- длина	16	18	14	16	18	16	14	14	18	24
- ширина	8	8	8	10	8,4	8,6	10	10	10	20
- высота	4,6	4,0	3,6	4,2	3,6	4,2	3,6	4,2	3,6	4,2
Тип источника света	ЛДЦ	ЛХБ	ЛБ	ЛДЦ	ЛХБ	ЛБ	ЛДЦ	ЛХБ	ЛБ	ЛБ
Коэффициенты отражения:										
- потолка	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,7	0,5	0,5	0,7
- стен	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5

Указания к решению задачи

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

2 По СНБ 2.04.05-98 установить:

а) нормированную освещенность на рабочей поверхности E_{\min} по таблице 1 [66]; рабочую поверхность принять на высоте 0,8 м от пола;

б) коэффициент запаса, содержание пыли и других примесей в воздушной среде – самостоятельно по таблице 3 [66].

3 Выбрать тип светильника согласно условиям среды в производственном помещении.

4 Определить расчетную высоту подвеса светильника

$$h_p = H - h_{p.л},$$

где H – высота подвеса светильника над полом, м;

$h_{p.л}$ – 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, м²;

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

Коэффициент использования светового потока η осветительной установки устанавливается по таблице П.4.1 приложения 4 [89] в зависимости от типа светильника и коэффициентов отражения потолка ρ_n и стен ρ_c .

6 Установить коэффициент Z , характеризующий неравномерность освещения, и коэффициент затенения v . Значения коэффициентов принимаются самостоятельно на основании п. 2.7.2 [89].

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

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

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

K – коэффициент запаса;

S – площадь помещения, м².

Количество светильников

$$n_c = F_o / (n F_{\text{л}}),$$

где n – количество ламп в светильнике, шт. Для освещения производственных помещений используют двухламповые или четырехламповые светильники;

$F_{\text{л}}$ – световой поток лампы, лм. Значение выбирается по таблице П.1.2 из приложения 1 [89] 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. 2.6 [89].

9 Определить действительную освещенность рабочей поверхности

$$E_{\phi} = E_{\min}(n F_{\text{л}} / F_o).$$

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.

Литература: [9, 12, 14, 16, 18, 22, 23, 30, 66, 89].

ЗАДАЧА № 8

Рассчитать расход воды на тушение пожаров для проектируемого хозяйственно-противопожарного водопровода, предназначенного для обслуживания производственного предприятия и населенного пункта.

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 11).

Т а б л и ц а 11 – **Выбор варианта задачи**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Площадь территории промышленного предприятия, га	140	250	200	100	110	220	170	130	120	210

Объем здания, тыс. м ³	30-40	100-150	250-300	25-40	20-40	10-20	10-20	30-40	100-150	250-300
Категория зданий по пожарной опасности	В1	Б	В2	Б	Г1	В3	Б	В4	Б	Д
Количество жителей в населенном пункте, тыс. чел.	12	26	58	12	30	18	14	33	18	28
Высота зданий в этажах	2	3	2	4	2	4	2	3	2	4
<i>Примечание</i> – Расход воды на наружное пожаротушение принять для производственных зданий с фонарями, а также без фонарей шириной до 60 м. Производственные и хозяйственно-питьевые нужды не учитывать.										

Указания к решению задачи

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

2 По СНБ 4.01.02–03 «Противопожарное водоснабжение» или по приложению И установить возможное количество пожаров и время их тушения.

Расчетное количество одновременных пожаров на производственных предприятиях зависит от занимаемой площади объекта и определяется по пп. 5.20–5.21 СНБ 4.01.02–03 «Противопожарное водоснабжение» или по приложению И.

Продолжительность тушения пожаров зависит от степени огнестойкости здания и категории взрывопожароопасности и определяется по п. 5.22 СНБ 4.01.02–03. Расчетную продолжительность тушения пожара принимают равной 3 ч, а для зданий I–IV степеней огнестойкости категорий В4, Г1, Г2 и Д – 2 ч.

3 Используя данные, приведенные в приложении И, определить:

а) объем воды на наружное и внутреннее пожаротушение на территории производственного предприятия. Устанавливают по п. 5 СНБ 4.01.02–03:

$$W_H = \frac{3600 Q_H \tau_T n}{1000},$$

где W_H – объем воды на наружное пожаротушение, м³;

Q_H – расход воды на наружное пожаротушение, л/с;

τ_T – нормативная продолжительность тушения пожара, ч;

n – количество одновременных пожаров.

$$W_{BH} = \frac{3600 Q_{BH} \tau_T c}{1000},$$

где W_{BH} – объем воды на внутреннее пожаротушение, м³;

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

τ_T – нормативная продолжительность тушения пожара, ч;

c – количество струй при внутреннем пожаротушении;

б) расход воды и ее объем на наружное пожаротушение в населенном пункте. Устанавливают по таблице 2 СНБ 4.01.02–03;

в) общий объем воды на пожаротушение с учетом продолжительности тушения, учитывая объем на наружное пожаротушение и внутреннее;

г) неприкосновенный противопожарный запас воды и максимальный срок его восстановления. Устанавливают по п. 12 СНБ 4.01.02–03. 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 – до 36 ч.

4 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

Литература: [20, 23, 25, 61, 64, 68].

ЗАДАЧА № 9

Произвести расчет защитного заземления электрического оборудования производственного помещения. Электрооборудование подключено к трансформаторной подстанции мощностью 480 кВ·А, напряжение которой 380/220 В. Естественные заземлители вблизи отсутствуют.

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 12).

Т а б л и ц а 12 – **Выбор варианта задачи**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вид грунта	Глина	Чернозем	Супесь	Суглинок	Глина	Суглинок	Глина	Чернозем	Супесь	Суглинок
Климатическая зона	IV	III	II	I	I	II	III	IV	III	II
Заглубление, м	0,9	1,0	0,8	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	1,0	0,8
Длина вертикального заземлителя, м	3,5	2,9	2,0	2,5	3,0	3,2	3,0	2,8	2,5	3,0
Диаметр заземлителя, мм	40	45	50	55	60	40	55	60	50	45
Ширина полосы связи, мм	60	60	50	60	45	70	60	50	50	40

Указания к решению задачи

При решении данной задачи можно воспользоваться примером 2.

1 Согласно имеющимся данным установить:

а) расчетную схему. Пример расчетной схемы и конструктивного исполнения заземляющего устройства приведен на рисунке 5 [44];

б) удельное сопротивление грунта. Определяется по приложению 2 [44];
 в) коэффициенты сезонности для расчета вертикальных k_c^B и горизонтальных k_c^H заземлителей, учитывающие влияние климатических зон; определяют по приложению 3 [44];

г) величину наибольшего допустимого сопротивления заземляющего устройства R_3 . Данная величина регламентируется Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и может быть определена по таблице 3 [44].

2. Определить:

а) расчетные значения удельного сопротивления грунта для вертикальных и протяженных заземлителей:

$$\rho_{Гр}^B = \rho_{изм} k_c^B;$$

$$\rho_{Гр}^H = \rho_{изм} k_c^H;$$

б) сопротивление растеканию одиночного вертикального заземлителя, Ом,

$$R_o = 0,366 \frac{\rho_{Гр}^B}{l} \lg \left(\frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \frac{4t + l}{4t - l} \right),$$

где l – расчетная длина заземлителя, м;

d – диаметр заземлителя, м;

t – расстояние от поверхности земли до середины вертикального заземлителя, м. Рассчитывают с учетом расстояния h от поверхности земли до верхнего торца заземлителя по формуле $t = (l/2) + h$;

в) коэффициент использования вертикального заземлителя (экранирования) η_o . Устанавливают по приложению 4 [44] с учетом соотношения расстояния между вертикальными заземлителями к длине (a/l). Соотношение (a/l) можно принимать равным 1; 2 или 3;

г) потребное количество электродов, пользуясь методом последовательного приближения:

$$n = R_o / (R_3 \eta_o),$$

где η_o – коэффициент использования заземлителя; определяют по приложению 4 [44].

Порядок расчета приведен в примере 2;

д) длину соединительной полосы. Рассчитывают с учетом принятой схемы расположения вертикальных заземлителей (при $n < 10$ – в ряд, а при $n \geq 10$ – по контуру):

$$L_{п} = 1,05 a (n - 1) \quad \text{при } n < 10;$$

$$L_{п} = 1,05 a n \quad \text{при } n \geq 10;$$

е) сопротивление растеканию протяженного заземлителя

$$R_{п} = 0,366 \frac{\rho_{Гр}^H}{L_{п}} \lg \frac{2L_{п}^2}{bh},$$

где b – ширина соединительной полосы заземляющего устройства, м;

ж) общее сопротивление сложного заземлителя с учетом сопротивления растеканию соединительной полосы и вертикальных электродов

$$R_{гр} = \frac{R_o R_{п}}{R_o \eta_{п} + R_{п} n \eta_o},$$

где $\eta_{п}$ – коэффициент использования (экранирования) протяженного заземлителя. Устанавливают по приложению 4 [44].

3 Сделать выводы. Полученное значение $R_{гр}$ не должно превышать нормируемой величины, то есть $R_{гр} \leq R_3$. Если данное условие не выполняется, то необходимо изменить геометрические характеристики схемы и повторно произвести расчет.

Литература: [4, 12, 18, 22–24, 43, 44].

ЗАДАЧА № 10

Рассчитать толщину резиновых прокладок под энергетическую установку для защиты фундамента и рабочего места от динамических воздействий.

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 13).

Т а б л и ц а 13 – Выбор варианта задачи

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Масса энергетической установки $m_{уст}$, кг	280	175	260	355	450	445	240	345	250	355
Число оборотов вала электродвигателя, n , об/мин	3000	2820	2820	2400	2640	2880	3000	2820	2400	2640
Масса железобетонной плиты $m_{пл}$, кг	310	330	350	370	390	410	430	450	470	470
Допустимое напряжение в материале виброизолятора σ , МПа	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3
Динамический модуль упругости E_D , МПа	18	19	20	21	22	24	22	21	20	18

Указания к решению задачи

1 Привести расчетную схему установки. Пример схемы виброизоляции энергетической установки приведен на рисунке 79 [5].

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

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

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

в) статическую осадку амортизаторов. Задавшись значением толщины прокладки h , можно рассчитать $X_{\text{ст}}$ из выражения

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

где h – толщина прокладки, см;

σ – 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. Если условие выполняется, то толщина прокладки принимается окончательно. При нарушении условия необходимо изменить значение h и повторить расчет.

3 Рассчитать площадь всех виброамортизаторов, количество 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, м/с².

Количество виброамортизаторов необходимо принимать из условия обеспечения продольной устойчивости.

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, %,

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

5 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

Литература: [4, 5, 11, 12, 18, 22, 23, 45, 53, 73, 85].

ЗАДАЧА № 11

В соответствии с требованиями НПБ 5–2005 «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 принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 14).

Указания к решению задачи

1 Пользуясь данными, приведенными в приложении Ж, определить категорию помещения по взрывопожарной и пожарной опасности с учетом показателей горючих веществ и материалов.

Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности устанавливается по таблице 1 [15]. При этом необходимо учесть основные показатели заданных горючих веществ и материалов, обращающихся в помещении. Категорию помещения определяют 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 4 [15], исходя из значения удельной пожарной нагрузки, следует установить категорию пожароопасности.

Удельная пожарная нагрузка, МДж·м⁻²,

$$g = Q / S,$$

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

S – площадь размещения пожарной нагрузки, м².

Т а б л и ц а 14 – Выбор варианта задачи

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вещества и материалы, обращающиеся в помещении: - горючие газы - ЛВЖ с $t_{всп}$ до 28 °С - ЛВЖ с $t_{всп}$ более 28 °С - горючие пыли - негорючие вещества и материалы в холодном состоянии		+				+		+		
Пожарная нагрузка Q , МДж	33,5	28	36	18,5	10	19,5	18,5	8	35,5	21,6
Площадь размещения пожарной нагрузки S , м ²	16	15	10	15	12	15	12	20	10	14
Расчетное давление взрыва в помещении, кПа	6,4	5,1	3,5	3,0	2,5	5,3	5,1	4,8	6,1	–

Сжигание в качестве топлива горючих газов и ЛВЖ		+							+	
Сжигание в качестве топлива ГЖ и твердых горючих материалов								+		
Суммарная площадь, %, помещений в здании категории (до 200 м ²):										
А	2	2	2	–	4	4	3	–	6	–
Б	2	3	1	2	2	7	1	8	1	3
В	4	4	7	5	1	12	46	14	32	3
Г	6	3	18	–	3	–	5	–	16	75
Д	86	88	72	91	90	77	45	78	45	19

2 Определить категорию производственного здания с учетом площадей помещений категорий А–Д, проводя последовательный анализ, начиная с категории А. Категория здания устанавливается по п.10 [15]. 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).

Литература: [2, 15, 18, 20, 22, 23, 25, 26, 37, 60–62, 67].

ЗАДАЧА № 12

Определить уровни шума, создаваемые при работе сортировочной железнодорожной станции, в районе административно-технического здания, экранированного инженерным сооружением.

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 15).

Указания к решению задачи

1 При решении необходимо воспользоваться данными, приведенными в приложении М. Привести расчетную схему. Пример схемы для расчета эффективности экранирующего сооружения приведен на рисунке 73 [5] и в приложении М. Расчеты необходимо привести для всех среднегеометрических частот октавных полос от 31,5 до 8000 Гц. Расчет целесообразно выполнять в табличной форме.

2 Определить:

а) значение функции W на среднегеометрических частотах (пользуясь приложением М):

$$W = \left(H + \frac{b(H - h_1)}{a} - h_2 \right) \sqrt{\frac{2a \cos \alpha}{\lambda b(a + b)}},$$

где H – высота экрана, м;

b – расстояние от экрана до здания, м;

h_1 – высота источника шума, м;

a – расстояние от источника шума до экрана, м;

h_2 – высота от поверхности земли до окон здания, м;

α – угол прохода звуковой волны от источника над экраном, град;

λ – длина волны, м;

б) по графику, приведенному на рисунке 74 [5], или по приложению М – величину снижения шума экраном $L_{эк}$, дБ, на среднегеометрических частотах;

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

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

где Δ – 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;

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

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

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

Т а б л и ц а 15 – **Выбор варианта задачи**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расстояние от экрана, м:										
- до источника шума	20	15	10	20	15	20	10	15	10	15
- здания	150	90	50	120	250	100	80	100	50	60
Высота от поверхности земли, м:										
- до источника шума	1,5	2,2	1,7	0,75	1,5	2,5	2,1	1,0	2,5	2,3
- окон здания	3,0	2,5	3,5	3,0	3,5	2,0	2,5	4,5	3,5	4,0
- экрана	3,8	4,5	5,0	3,5	4,5	4,0	3,2	4,7	5,5	5,0
Уровни звукового давления, создаваемые источником на среднегеометрических частотах $L_{ист}$, дБ										
31,5	87	79	72	87	82	82	72	91	79	91
63	95	93	75	95	87	87	75	92	93	91
125	92	100	88	92	80	80	88	93	100	92
250	94	87	83	94	78	78	83	87	87	87
500	91	75	79	91	76	76	79	84	75	84
1000	95	72	75	95	76	76	75	85	72	82
2000	88	68	72	88	74	74	74	82	68	82
4000	79	65	70	79	70	72	71	77	65	75
8000	72	64	65	70	68	68	65	72	60	73

3 По СанПиН 2.2.4/2.1.8.10–32–2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» определить предельно допустимые уровни шума в районе административно-технического здания на основании данных, представленных в таблице 2 [52] и приложении Г (таблица Г.2).

4 Сравнить расчетные значения уровней шума в районе здания с предельно допустимыми уровнями.

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

Литература: [5, 18, 22, 23, 52, 73].

ЗАДАЧА № 13

Рассчитать боковую двухстороннюю воздушно-тепловую завесу ворот в цехе депо, где аэрационные проемы в холодный период года закрыты. Механическая приточно-вытяжная вентиляция сбалансирована. Ворота бывают открыты 40 минут в смену (10 минут в час). Приточные проемы расположены на уровне проема ворот. Расстояние от центра фрамуг аэрационного фонаря до центра приточных проемов – 8 м. Работы в депо относятся к категории средней тяжести.

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 16).

Т а б л и ц а 16 – **Выбор варианта задачи**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Размеры ворот, м:										
- высота	6,0	6,5	6,0	5,0	5,2	6,5	5,5	6,0	5,5	6,5
- ширина	5,0	6,0	6,0	5,0	4,0	5,0	4,5	4,5	5,5	5,5
Расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года по параметрам, °С	-15	-18	-13	-20	-22	-16	-17	-19	-23	-21
Температура воздуха в помещении, °С	+15	+16	+17	+18	+19	+20	+18	+17	+16	+15
Длина притворов приточных аэрационных проемов, м	120	130	140	150	160	170	180	110	100	190
Длина притворов аэрационного фонаря, м	105	110	120	140	150	160	170	100	90	180

Указания к решению задачи

При решении данной задачи необходимо использовать методику и расчетные зависимости, приведенные в примере 3.

1 Для завесы шиберующего типа с учетом рекомендаций [72] принять значение относительного расхода воздуха и относительной площади. Установить значение коэффициента расхода $\mu_{\text{пр}}$.

2 При заданных условиях с закрытыми аэрационными проемами в холодный период года определить значение расстояния от центра проема, оборудованного завесой, до нейтральной зоны уровня равных давлений h .

3 Определить:

а) расчетную разность давлений воздуха снаружи и внутри помещения на уровне проема Δp ;

б) общий расход воздуха завесы C_3 ;

в) требуемую температуру воздуха завесы t_3 . Температуру смеси воздуха, проходящего через проем, можно принять для рабочих мест при выполнении работ средней тяжести (по условию задачи) $t_{см} = 12$ °С;

г) суммарную тепловую мощность калориферов воздушно-тепловой завесы Q_3 .

д) дополнительное количество тепла для подогрева воздуха, проходящего через ворота, от температуры смеси до температуры внутри помещения.

4 Сделать выводы (обобщить результаты расчетов).

Литература: [10, 22, 23, 71, 72].

ЗАДАЧА № 14

Определить площади приточных и вытяжных фрамуг для осуществления естественной вентиляции в цехе депо.

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 17).

Т а б л и ц а 17 – **Выбор варианта задачи**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Теплоизбытки в цехе, кДж/ч·10 ³	450	500	550	600	650	700	750	800	350	400
Расстояния между центрами приточных и вытяжных фрамуг, м	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	4,0	4,5
Температура наружного воздуха, °С	21	22	23	24	23	21	23	22	24	23
Температура воздуха в рабочей зоне, °С	24	26	27	27	26	25	26	27	28	26
Температура уходящего воздуха, °С	28	29	30	29	30	28	31	32	31	29
Угол открытия створок фрамуг, град	30	45	90	60	30	45	60	90	45	30

Указания к решению задачи

При решении данной задачи можно воспользоваться примером 4.

1 Привести схему к расчету аэрации цеха.

2 Соотношение площадей приточных и вытяжных проемов принять равным

1,25, т. е. площадь приточных больше площади вытяжных проемов на 25 %.

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

Воздухообмен по тепловыделениям, м³/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);

ρ – плотность воздуха, кг/м³, 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} , $t_{\text{пр}}$ – соответственно температура удаляемого (уходящего) и приточного воздуха, °С, для условий задачи принимается $t_{\text{пр}} = t_{\text{н}}$.

4 По заданному углу открытия створок фрамуг найти коэффициент расхода $\mu = 0,63 \sin \alpha$.

5 Определить расстояния от нейтральной зоны до центров вытяжных и приточных фрамуг.

Расстояние от нейтральной плоскости до центра верхних и нижних фрамуг, м,

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

где $f_{\text{в}}$, $f_{\text{п}}$ – соответственно площади вытяжных и приточных отверстий, м²;

ρ_{yx} , $\rho_{\text{н}}$ – плотность воздуха соответственно удаляемого (уходящего) и наружного, кг/м³;

6 Рассчитать площади приточных и вытяжных фрамуг в производственном помещении.

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

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

находят значения скорости воздуха в приточных и вытяжных отверстиях.

Количество воздуха (воздухообмен), м³/ч, поступающее в помещение или удаляемое из него,

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

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

Преобразовав формулу расчета L_i , можно определить площади

приточных и вытяжных отверстий (см. пример расчета).

7 Произвести проверку выполненных расчетов. Следует сравнить соотношение площадей приточных и вытяжных отверстий; при выполнении условия, приведенного выше в указаниях к решению задачи, расчет выполнен верно, при нарушении условия необходимо проверить вычисления.

8 Сделать выводы (обобщить результаты расчета).

Литература: [10, 18, 22, 23, 71, 72].

ЗАДАЧА № 15

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 принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 18).

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. м³/ч;

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

Т а б л и ц а 18 – Выбор варианта задачи

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Объем воздуха, выбрасываемого в атмосферу, м ³ /с	3,5	4,0	3,8	3,9	3,6	3,7	4,1	3,5	3,9	4,2
Коэффициент K	0,6	0,8	0,6	0,8	0,6	0,8	0,6	0,8	0,6	0,8
Концентрация пыли в удаляемом воздухе C_n , мг/м ³	1050	1070	1100	1020	1010	1200	1150	1090	1080	1020
Эффективность очистки воздуха первой ступени η_1 , %	85	84	82	83	81	82	80	83	86	81
Эффективность очистки воздуха второй ступени η_2 , %	92	90	91	93	85	88	90	95	94	92
Диаметр циклона первой ступени очистки воздуха d , м	0,5	0,55	0,65	0,6	0,7	0,6	0,55	0,75	0,5	0,7

Гидравлическое сопротивление второй ступени очистки воздуха (рукавного фильтра), кПа	1,8	2,0	1,85	1,9	1,7	1,75	1,95	1,8	1,6	1,65
<i>Примечание – Недостающие данные для расчета принять самостоятельно.</i>										

2 Определить требуемую степень очистки, %, воздуха от пыли

$$\eta = \frac{C_H - C_K}{C_H} 100 .$$

3 Рассчитать общую эффективность, %, двухступенчатой очистки воздуха:

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

где η_1, η_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:

$$v = L_{ци} / (\pi d^2 / 4) ,$$

где $L_{ци}$ – производительность циклона, м³/с. Значение $L_{ци}$ можно принимать равным L , которое дано в задании.

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

$$R_{ци} = \zeta \rho v^2 / 2 ,$$

где ζ – коэффициент гидравлического сопротивления циклона, который можно принять равным 160;

ρ – плотность воздуха при заданной температуре, кг/м³. При решении задачи температуру воздуха принять равной $t = 20$ °С, а плотность в кг/м³ можно определить из выражения $\rho_t = 353 / (t + 273)$.

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

$$R_{общ} = R_1 + R_2 ,$$

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

Литература: [12, 18, 22, 23, 71, 72, 87].

ЗАДАЧА № 16

Рассчитать систему зануления для защиты от поражения электрическим током в производственном помещении при эксплуатации технологической установки, электрический привод которой имеет электродвигатель серии 4А.

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 19).

Т а б л и ц а 19 – **Выбор варианта задачи**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Мощность питающего трансформатора, кВ·А	250	400	630	160	250	160	400	630	400	630
Мощность электродвигателя, кВт	10	15	7,5	5,5	10	7,5	10	15	5,5	10
Длина фазного провода, м	125	100	150	175	200	160	175	200	145	120
Длина нулевого провода, м	75	50	100	125	150	120	150	160	125	90

Указания к решению задачи

При решении данной задачи можно воспользоваться методикой, приведенной в примере 6.

1 Материалом и сечением фазного и нулевого проводников необходимо задаваться. При расчете принять схему соединения обмоток трансформатора «звезда». Напряжение сети 380/220 В.

2 Определить номинальный ток плавкой вставки и произвести выбор стандартного предохранителя.

3 Рассчитать значения активных и внутренних индуктивных сопротивлений фазного и нулевого проводников.

4 Найти полное сопротивление петли «фаза–нуль».

5 Определить фактическое значение тока короткого замыкания.

6 Проверить условие надежного срабатывания защиты и сделать вывод.

Литература: [9, 18, 22, 23, 42, 44].

ЗАДАЧА № 17

Произвести расчет и подобрать калориферную установку для приточной системы вентиляции производственного помещения депо. В качестве теплоносителя принять воду с параметрами $t_{\text{гор}} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{об}} = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 20).

Т а б л и ц а 20 – **Выбор варианта задачи**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Производительность вентиляционной системы, кг/ч·10 ³	13	17	30	10	25	35	20	18	19	12
Расчетная температура наружного воздуха, °С	-22	-18	-17	-24	-20	-15	-21	-19	-18	-23
Температура в рабочей зоне помещения, °С	16	18	19	17	15	19	18	17	20	17

Указания к решению задачи

При решении данной задачи необходимо использовать методику и расчетные зависимости, приведенные в примере 5.

1 Определить расход тепла на нагревание воздуха [10, 72].

2 Задавшись массовой скоростью воздуха w_p , определить необходимую площадь живого сечения калориферной установки по воздуху, m^2 .

3 Пользуясь техническими характеристиками калориферов [10, 72], с учетом необходимой площади живого сечения выбрать калориферы, принять схему их установки и определить действительную площадь их живого сечения, m^2 .

4 Рассчитать действительную массовую скорость воздуха в калориферах.

5 Определить расход теплоносителя с учетом схемы соединения калориферов по воде.

6 Рассчитать скорость движения теплоносителя в трубках калориферов с учетом полученной площади живого сечения трубок прохода воды для приточного калорифера.

7 Вычислить коэффициент теплопередачи калориферов [10, 72].

8 Рассчитать необходимую площадь поверхности нагрева калориферной установки и определить общее количество устанавливаемых калориферов.

9 Найти фактическую поверхность нагрева калориферной установки и запас поверхности нагрева.

10 Привести схему установки калориферов и определить сопротивление движению воздуха и переходу воды [10, 72].

Литература: [3, 10, 18, 22, 23, 72].

ЗАДАЧА № 18

Руководствуясь СНБ 2.02.02–01 «Эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре», определить тип и характеристики системы оповещения для своевременной и безопасной эвакуации работников из производственного здания.

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 21).

Т а б л и ц а 21 – Выбор варианта задачи

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности по НПБ 5–2005	А	Б	В1	Д	Г1	В2	А	В3	Г2	В4
Число этажей в здании	1	3	5	4	2	4	2	3	4	3

Указания к решению задачи

1 При решении задачи необходимо использовать данные приведенные в

приложении П. С учетом требований п. 5 СНБ 2.02.02–01 и приложения П 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 Н).

3 С учетом заданных исходных данных, пользуясь данными таблицы 13 СНБ 2.02.02–01 и приложения П, выбрать нормируемый тип системы оповещения.

4 Пользуясь приложением Б СНБ 2.02.02–01 или приложением П данного пособия, привести полную характеристику выбранной системы оповещения.

Литература: [12, 18, 20, 23, 37, 67].

ЗАДАЧА № 19

Подобрать вентиляционное оборудование (вентилятор и электродвигатель) с целью обеспечения эффективной работы местной вытяжной вентиляционной системы производственного помещения. Для подбора использовать расчетные параметры, полученные по результатам аэродинамического расчета системы (расчетная производительность и расчетные значения потерь давления в сети воздуховодов).

Исходные данные принять по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (таблица 22).

Указания к решению задачи

1 С учетом исходных данных определить суммарные потери давления (полное сопротивление), Па, в вентиляционной системе

$$\Delta p_{\text{вс}} = R_{\text{п}} = R_{\text{тр}} + R_{\text{мс}} .$$

Т а б л и ц а 22 – Выбор варианта задачи

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расчетная производительность вентиляционной системы L_c , тыс. м ³ /ч	1,5	14,0	1,6	12,0	3,1	7,6	1,95	6,2	3,7	2,9
Расчетное значение потерь давления по длине воздуховодов (сопротивления трения) $\Delta p_{\text{тр}} = R_{\text{тр}}$, Па	150	110	34	208	248	74	44	114	48	94
Расчетное значение потерь давления в местных сопротивлениях $\Delta p_{\text{мс}} = R_{\text{мс}}$, Па	545	593	256	997	956	429	152	628	277	395

2 По значениям расчетной производительности вентилятора L_v и суммарных потерь давления (полного сопротивления) R_{π} , пользуясь индивидуальными характеристиками вентиляторов, приведенными в примечании 1 [72], подобрать радиальный вентилятор с указанием типа, номера и частоты вращения рабочего колеса (например, вентилятор типа ВЦ 4–70 № 5, $n = 1420$ об/мин). При подборе вентилятора можно руководствоваться рекомендациями, приведенными в п. 5.3 [87].

При определении расчетной производительности вентилятора L_v длину сети воздухопроводов принять равной до 50 м, т. е. $L_b = 1,1L_c$.

Значение расчетного давления вентилятора (напора) можно рассчитать по формуле

$$p_b = R_{\pi} = \Delta p_{bc}.$$

3 Определить требуемую мощность, кВт, на валу электродвигателя, необходимую для обеспечения эффективной работы вентиляционной установки:

$$N = L_v p_b / (3,6 \cdot 10^6 \eta_v \eta_{\pi}),$$

где L_v – производительность вентилятора, м³/ч;

p_b – давление (напор), развиваемое вентилятором в сети, Па;

η_v – КПД вентилятора, значение которого можно определить по характеристике его работы;

η_{π} – КПД передачи. При расположении вентилятора на одном валу с электродвигателем $\eta_{\pi} = 1$.

4 Найти установочную мощность электродвигателя вентилятора, кВт

$$N_y = k_3 N,$$

где k_3 – коэффициент запаса мощности, принимаемый в соответствии с рекомендациями таблицы 5.3 [87]

5 По таблице 1.1 приложения 1 [72] для выбранного вентилятора подобрать электродвигатель и определить технические характеристики вентиляционного агрегата. При этом необходимо иметь в виду, что стандартные вентиляторы комплектуются штатными электродвигателями. При выборе электродвигателя следует использовать полученное значение установочной мощности N_y . При этом мощность выбранного электродвигателя не должна быть меньше этого значения.

Литература: [23, 65, 71, 72, 74, 87].

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

**Выборочные соотношения единиц Международной системы
с единицами других систем и внесистемными единицами,
используемыми при решении задач**

Единицы системы СИ	Прежние и внесистемные единицы
Дж (джоуль)	$1 \text{ Дж} = 10^7 \text{ эрг} = 0,23885 \text{ кал} = 1 \text{ Вт} \cdot \text{с} = 6,2418 \cdot 10^{18} \text{ эВ}$ $= 1 \text{ м} = 0,102 \text{ кгс} \cdot \text{м}$
Вт (ватт)	$1 \text{ Вт} = \text{Дж/с} = 10^7 \text{ эрг/с} = 0,85984 \text{ ккал/ч} = 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ л.с.}$ $= 0,102 \text{ кгс} \cdot \text{м/с}$
Вт/м ²	$1 \text{ Вт/м}^2 = 0,85984 \text{ ккал/(м}^2 \cdot \text{ч)} = \text{Дж/м}^2 \cdot \text{с}$
Р (рентген)	$1 \text{ Р} = 2,57976 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$
Р/с	$1 \text{ Р/с} = 2,57976 \cdot 10^{-4} \text{ А/кг}$
рад (rad – radiation absorbed dose)	$1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ эрг/г} = 0,01 \text{ Гн}$
Н (ньютон)	$1 \text{ Н} = 0,102 \text{ кгс} = 10^5 \text{ дин}$
Н/м ²	$1 \text{ Н/м}^2 = 0,102 \text{ кгс/м}^2 = 10 \text{ дин/см}^2 = 9,87 \cdot 10^{-6} \text{ атм} =$ $= 0,102 \text{ мм вод. ст.} = 10^{-5} \text{ бар} = 1 \text{ Па}$
м (метр)	$1 \text{ м} = 1 \cdot 10^6 \text{ мк} = 1 \cdot 10^{10} \text{ А} = 1 \cdot 10^9 \text{ нм}$
кд/м ² (кандела на м ²)	$1 \text{ кд/м}^2 = 1 \text{ нт} = 0,99502 \cdot 10^{-4} \text{ стильба} = 0,99502$ децимиллестильба
<i>Примечание</i> – Внесистемная единица <i>бэр</i> (биологический эквивалент рентгена) соответствует плотности поглощенной энергии излучения 0,01 Дж/кг, умноженной на <i>обэ</i> (коэффициент относительной биологической эффективности). 1 бэр = 0,0136 (зиверт).	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Данные для расчета и определения эффективности путей эвакуации по СНБ 2.02.02–01 «Эвакуация людей из зданий и сооружений 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 СНБ 2.02.02–01 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 ³				
	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				

В минутах

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

Плотность потока D_p , м ² /м ²	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

В метрах в минуту

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

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

№ п/п	Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Класс опасности
1	Углерода оксид	20,0	IV
2	Азота оксиды (азота диоксид)	2,0	III
3	Серная кислота	1,0	II
4	Бензин	100,0	IV
5	Окись марганца	0,2	II
6	Сернистый ангидрид	10,0	III
7	Железа оксид	6,0	III
8	Пыль кремния (кремния диоксид)	1,0	III
9	Керосин	300,0	IV
10	Шлак угольный	10,0	III
11	Сода кальцинированная	2,0	III
12	Метанол (спирт метиловый)	5,0	III
13	Этанол (спирт этиловый)	1000,0	IV
14	Аммиак	20,0	IV
15	Ацетон	200,0	IV
16	Двуокись свинца	0,01	I

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

**Нормирование шума
по Санитарным правилам и нормам 2.2.4/2.1.8.10-32-2002
«Шум на рабочих местах, 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 эквивале нтные 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 Высоквалифицированная работа, требующая сосредоточенности, измерительные и аналитические работы в лабораториях; 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 кабинетах	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

наблюдения и дистанционного управления, без речевой связи по телефону, в помещениях лабораторий с шумным оборудованием										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Продолжение таблицы Г.1

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивале нтные 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 полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивале нтные 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,	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

строительно-дорожных и других аналогичных машин												
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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 $L_{Aэкв}$, 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_0 , Y_0 , Z_0	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»							
1 Виброускорение: м/с ² 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 ⁻² 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»							
2 Виброускорение: м/с ² 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 ⁻² 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 метало- 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 E
(справочное)

**Коэффициенты звукопоглощения α различных конструкций
и материалов**

Конструкции, материалы	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Окна двойные 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 стекловолокно 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 НПБ 5–2005**

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

Категорий помещениям 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 пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4 (пожароопасные)	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 только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г1	Процессы, связанные со сжиганием в качестве топлива ГГ и ЛВЖ.
Г2	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени. Процессы, связанные со сжиганием в качестве топлива ГЖ, а также твердых горючих веществ и материалов
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

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

Категории	Удельная пожарная нагрузка на участке, МДж·м ⁻²	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401-2200	По примечанию 2 НПБ 5–2005
В3	181-1400	По примечанию 2 НПБ 5–2005
В4	1-180	Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно примечанию 1

Определение категорий 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 м². 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 м², 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 м². 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 м², 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 м², 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 м².

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

ПРИЛОЖЕНИЕ И
(справочное)

Расчет противопожарного водоснабжения по СНБ 4.01.02–03

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	1	1	1	5	10
Св. 1 “ 10 “ 25 “	1	1	1	10	15
“ 10 “ 25 “ 50 “	2	2	2	10	15
“ 25 “ 50 “ 100 “	2	2	2	20	25
“ 50 “ 100 “ 200 “	2	2	2	25	35
“ 100 “ 200 “ 300 “	3	3	3	–	40
“ 200 “ 300 “ 400 “	3	3	3	–	55
“ 300 “ 400 “ 500 “	3	3	3	–	70
“ 400 “ 500 “ 600 “	3	3	3	–	80
“ 500 “ 600 “ 700 “	3	3	3	–	85
“ 600 “ 700 “ 800 “	3	3	3	–	90
“ 700 “ 800 “ 1000 “	3	3	3	–	95
“ 800 “ 1000 “	3	3	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 ³						
		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 ³								
		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	А, 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 и 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 ³				
		от 0,5 до 5	св. 5 до 50	св. 50 до 200	св. 200 до 400	св. 400 до 800
I–IV	А, 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 и подбора стальных канатов,
стропов и чалочных приспособлений**

Т а б л и ц а К.1 – Значения коэффициента k , зависящего от угла наклона ветви стропы к вертикали α

α , град	0	15	30	45	60
k	1	1,03	1,15	1,42	2,0

Т а б л и ц а К.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 ”	5,5
тяжелый ”	6,0
Для полиспастов грузоподъемностью от 5 до 50 т	5,0

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

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 ТК6х 19(1+6+12) + 1 о.с. (ГОСТ 3070 – 74)					
11	43,3	52550	60050	63850	65800
14,5	71,5	86700	99000	105000	108000
17,5	107	129000	147500	157000	161500
19,5	127,5	154500	176500	187500	193500

Окончание таблицы К.3

Диаметр каната, мм	Масса 100 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву, МПа			
		1400	1600	1700	1800
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 6x19 = 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	180000	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 6x19 = 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	484000	553000	587500	605000
Канат типа ТЛК 6x37 = 222 (ГОСТ 3079 – 80)					
15,5	851,5	–	116000	123500	127000
17	1065	–	145000	154500	159000
19,5	1450	161000	184000	195500	201500
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	783000	807500

ПРИЛОЖЕНИЕ Л
(справочное)

Рекомендации по расчету и подбору пружинных виброизоляторов

Т а б л и ц а Л.1 – Зависимость коэффициента k , учитывающего повышение напряжений в сечении пружины от индекса c при расчете пружинных виброизоляторов

$c = D/d$	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
k	1,60	1,40	1,30	1,25	1,21	1,18	1,16	1,14	1,12	1,11	1,10

Схема размещения и установки пружинных виброизоляторов должна обеспечить удобство их монтажа, ремонта, замены, а также возможность наблюдения за их состоянием в процессе эксплуатации. Для этого должен быть обеспечен доступ ко всем виброизоляторам.

Виброизоляторы следует располагать в плане таким образом, чтобы их центр жесткости находился на одной вертикали с центром тяжести установки. Это условие выполняется при симметричном расположении в плане одинаковых виброизоляторов относительно центра тяжести установки. При этом все виброизоляторы будут иметь одинаковую статическую осадку.

На практике для виброизоляции производственного оборудования и энергетических установок часто используются стандартные пружины и типовые пружинные виброизоляторы, характеристики которых приведены в каталогах. В этом случае расчет сводится к определению необходимого количества пружинных виброизоляторов n_B ($n_B \geq 4$) для обеспечения требуемой суммарной жесткости виброизоляции K_z . Число пружинных виброизоляторов n_B в этом случае определяется из условия

$$n_B \leq \frac{K_z}{K'_z},$$

где K'_z – жесткость одного пружинного виброизолятора.

Длинные пружины при значениях гибкости $H_0/D > 3$ обычно устанавливаются на оправках или монтируются в гильзах. При гибкости $H_0/D > 5$ пружины необходимо составлять из отдельных секций с малой гибкостью ($H_0/D < 3$) поочередно правого и левого углов подъема. В этом случае составные пружины устанавливаются только с направляющими и соединяются центрирующими кольцами.

ПРИЛОЖЕНИЕ М
(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

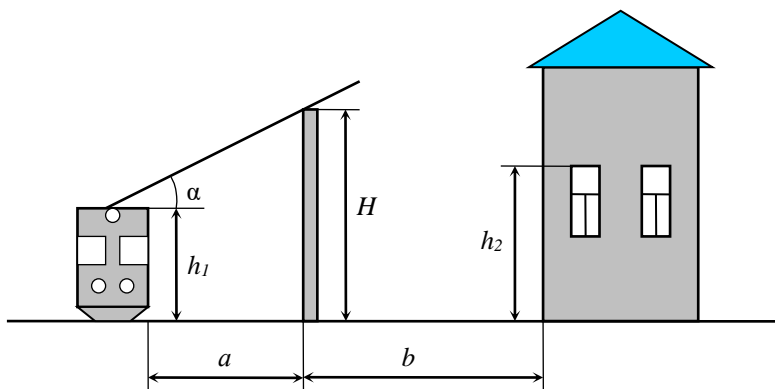


Схема для расчета акустической эффективности экрана:

- 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 Н *(справочное)*

Классификация зданий по функциональной пожарной опасности

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 их 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 – многоквартирные, 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, складские помещения;

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 НПБ 5-2005.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ П
(справочное)

Системы оповещения людей о пожаре

Безопасность людей при эвакуации во многом определяется своевременным и эффективным оповещением о пожаре. В соответствии с требованиями СНБ 2.02.02.–01 оповещение людей 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 эвакуации и путях эвакуации. Управление процессом эвакуации 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 П.1, а классификация систем оповещения – в таблице П.2.

Т а б л и ц а П.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	–	–	–	+	–	–	
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 взрывопожароопасных объектов (производства, 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 сблокированы с технологической или пожарной автоматикой.

Знак «+» обозначает нормируемый тип СО.

Т а б л и ц а П.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 и из каждой зоны оповещения	–	–	–	–	+
<i>Примечание</i> – «+» – требуется; «(*)» – рекомендуется; «(» – не требуется.					

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Аксенов, и. Я. Транспорт и охрана окружающей среды / И. Я. Аксенов, В. И. Аксенов. – М. : Транспорт, 1986. – 176 с.
- 2 Бариев, Э. Р. Пожарная безопасность в строительстве / Э. Р. Бариев, В. Л. Чеканов. – Мн. : ООО «ФОИКС», 1996. – 223 с.
- 3 Безопасность жизнедеятельности / С. В. Белов [и др.]. – М. : Высш. шк., 1999. – 448 с.
- 4 Безопасность производственных процессов: справ. / под общ. ред. С. В. Белова. – М.: Машиностроение, 1973. – 302 с.
- 5 **Бобин, Е. В.** Борьба с шумом и вибрацией на железнодорожном транспорте / Е. В. Бобин. – М. : Транспорт, 1973. – 302 с.
- 6 ГН РБ Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны № 9-105-98. – Мн. : Белстандарт, 1998. – 152 с.
- 7 **ГОСТ 12.4.026-76.** Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные и знаки безопасности. – Введ. 1977-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1976. – 10 с.
- 8 **Долин, П. А.** Справочник по технике безопасности / П. А. Долин. – М. : Энергия, 1985. – 802 с.
- 9 **Дроздов, В. Ф.** Отопление и вентиляция : в 2 ч. / В. Ф. Дроздов. – М. : Высш. шк., 1984. – Ч. – 2: Вентиляция. – 263 с.
- 10 **Иванов, Н. И.** Борьба с шумом и вибрацией на путевых и строительных машинах / Н. И. Иванов. – М. : Транспорт, 1987. – 223 с.
- 11 Инженерные решения по охране труда в строительстве / под ред. Г. Г. Орлова. – М. : Стройиздат, 1985. – 278 с.
- 12 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений: РД 34.21.122-87. – М. : Стройиздат, 1987. – 47 с.
- 13 Искусственное освещение наружных территорий и объектов железнодорожного транспорта: РД РБ 09150.47.005-2004. – Мн., 2004. – 45 с.
- 14 Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности НПБ 5-2005. – Мн., 2006. – 29 с.
- 15 **Кнорринг, Г. М.** Осветительные установки / Г. М. Кнорринг. – М. : Энергоиздат, 1981. – 284 с.
- 16 Методика проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. – Мн., 2000. – 63 с.
- 17 **Михнюк, Т. Ф.** Безопасность жизнедеятельности / Т. Ф. Михнюк. – Мн. : Дизайн ПРО, 1998. – 240 с.
- 18 Научно-технический прогресс и безопасность труда / А. Ф. Власов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1979. – 240 с.
- 19 Общие правила пожарной безопасности Республики Беларусь для промышленных предприятий ППБ РБ 1.01-94. – Мн., 1995. – 79 с.
- 20 Охрана труда в вопросах и ответах: справ. пособие: в 2 т. / под ред. И. И. Селедковского. – Мн. : ЦОТЖ, 1998. – 426 с.
- 21 Охрана труда в машиностроении / под ред. Е. Я. Юдина. – М. : Машиностроение, 1983. – 432 с.
- 22 Охрана труда на железнодорожном транспорте / под ред. Ю. Г. Сибарова. – М. : Транспорт, 1981. – 287 с.

23 Охрана труда на железнодорожном транспорте: справ. книга / под ред. В. С. Крутякова – М. : Транспорт, 1987. – 312 с.

24 **Денисенко, В. В.** Пожарная безопасность в строительстве: справ. / В. В. Денисенко, В. Г. Точилкина. – К. : Будівельник, 1987. – 304 с.

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

26 Положение о проведении контроля за соблюдением законодательства об охране труда на белорусской железной дороге. – Мн., 2004. – 32 с.

27 Положение о системе управления охраной труда на Белорусской железной дороге. – Мн., 2005. – 47 с.

28 Пособие к строительным нормам Республики Беларусь П2–03 к СНБ 2.02.01–98 Огнезащита строительных конструкций. – Мн., 2003. – 8 с.

29 Пособие по расчету и проектированию естественного, искусственного и совмещенного освещения НИИСФ. – М.: Стройиздат, 1985. – 384 с.

30 Правила безопасности при работе с механизмами, инструментами и приспособлениями / М-во топлива и энергетики Респ. Беларусь. – Мн., 1996. – 217 с.

31 Правила обеспечения работников сывающими и обезвреживающими средствами. – Мн., 2000. – 25 с.

32 Правила обеспечения работников средствами индивидуальной защиты. – Мн., 1999. – 7 с.

33 Правила обучения безопасным методам и приемам работы, проведения инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда. – Мн., 2004. – 42 с.

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

35 Правила пожарной безопасности и техники безопасности при проведении огневых работ на предприятиях Республики Беларусь. – Мн. : Белорусская ассоциация пожарных, 1993. – 27 с.

36 Правила пожарной безопасности Республики Беларусь на железнодорожном транспорте : ППБ РБ 2.10.–2001. – Мн., 2001. – 99 с.

37 Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. – Мн., 2004. – 30 с.

38 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. – Мн., 2004. – 302 с.

39 Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов (ПУБЭМ 0.00.1.08-96). – Мн., 1997. – 145 с.

40 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. – Мн. : ООО ПП «Асобны Дах», 1988. – 184 с.

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

42 Рекомендации по расчету и проектированию звукопоглощающих облицовок. – М. : Стройиздат, 1984. – 55 с.

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

44 Руководство по проектированию виброизоляции машин и оборудования ЦНИИСК им. Кучеренко. – М. : Стройиздат, 1972. – 159 с.

45 Руководство по расчету и проектированию шумоглушения в промышленных зданиях. – М. : Стройиздат, 1982. – 128 с.

46 Санитарные правила организации технологических процессов и гигиенические требования к производственному оборудованию № 11-09–94. – Мн., 1994. – 28 с.

47 СанПиН 10-5 РБ 2002. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – Мн., 2002. – 15 с.

48 СанПиН 9-131 РБ 2000. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы. – Мн., 2000. – 60 с.

49 СанПиН № 11-6–2002 РБ. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности. – Мн., 2002. – 107 с.

50 СанПиН № 9-80–98 РБ. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – Мн., 1998. – 17 с.

51 СанПиН 2.2.4 / 2.1.8.10-32–2002. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – Мн., 2003. – 25 с.

52 СанПиН 2.2.4 / 2.1.8.10-33–2002. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – Мн., 2003. – 23 с.

53 СанПиН 2.2.1.13-5-2006. Гигиенические требования к проектированию, содержанию и эксплуатации производственных предприятий. – Мн., 2006. – 65 с.

54 Сборник нормативных документов по вопросам охраны труда. Вып. 9 / Сост. Г. Е. Седюкевич, А. В. Талерчик, И. Н. Каменецкая. – Мн. : ОДО «Лоранж-2», 2003. – 140 с.

55 Семич, А. В. Правовые основы охраны труда. Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам, занятым на строительно-монтажных и ремонтно-строительных работах /А. В. Семич // Б-ка журнала «Ахова працы». – 2003.– № 8.–79 с.

56 Семич, А. В. Инструкции по охране труда (порядок разработки, оформления, согласования и утверждения) /А. В. Семич // Б-ка журнала «Ахова працы». – 2000.– № 1. – 32 с.

57 СНБ 2.02.01–98. Пожарно-техническая классификация зданий, строительных конструкций и материалов. – Мн., 2001. – 9 с.

58 СНБ 2.02.02–01. Эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре. – Мн., 2001. – 29 с.

59 СНБ 2.02.03–03. Ограничение распространения пожара в зданиях и сооружениях. Объемно-планировочные и конструктивные решения. – Мн., 2003 – 14 с.

60 СНБ 2.02.04–03. Противопожарная защита населенных пунктов и территорий предприятий. – Мн., 2004. – 17 с.

61 СНБ 2.02.05–04. Пожарная автоматика. – Мн., 2004. – 25 с.

62 СНБ 3.02.03–03. Административные и бытовые здания. – Мн., 2003. – 16 с.

63 СНБ 4.01.02–03. Противопожарное водоснабжение. – Мн., 2004. – 22 с.

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

65 СНБ РБ 2.04.05–98. Естественное и искусственное освещение. – Мн. : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 1998. – 59 с.

66 СНБ 2.02.02 – 01. Эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре. –

Мн.: 2002, – 27 с.

67 **СНиП 2.09.02–85***. Производственные здания. – М.: Стройиздат, 1985. – 28 с.

68 **СНиП III–4–80**. Техника безопасности в строительстве. – М.: Стройиздат, 1980. – 255 с.

69 Список тяжелых работ и работ с вредными условиями труда, на которых запрещается применение труда женщин. – Мн., 2000. – 35 с.

70 Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Р. В. Щекин [и др.]. – К., 1968. – 288 с.

71 Справочник проектировщика. Внутренние сантехнические устройства: в 2 ч. / под ред. И. Г. Старовойтова. – М. : Стройиздат, 1978. Ч.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – 502 с.

72 Справочник проектировщика. Защита от шума / под ред. Е. Я. Юдина. – М. : Стройиздат, 1974. – 134 с.

73 Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование: справ. / под ред. С. В. Белова. – М. : Машиностроение, 1989. – 368 с.

74 **СТБ 11.4.01–95**. Система стандартов пожарной безопасности. Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости. Обеспечение пожарной безопасности при хранении, перемещении и применении на промышленных предприятиях. – Мн., 1995. – 32 с.

75 **СТБ 18001–2005**. Системы управления охраной труда. Общие требования. – Мн., 2005. – 19 с.

76 **СТБ 18002–2005**. Системы управления охраной труда. Руководство по применению СТБ 18001–2005. – Мн., 2005. – 45 с.

77 Типовая инструкция о проведении контроля за соблюдением законодательства об охране труда в организациях. – Мн., 2004. – 25 с.

78 Типовое положение о кабинете охраны труда. – Мн., 2000. – 12 с.

79 Типовое положение о службе охраны труда в организациях. – Мн., 2002. – 22 с.

80 Типовое положение о службе охраны труда организации. – Мн., 2002. – 10 с.

81 Типовое положение об обучении, инструктаже и проверке знаний работников по вопросам охраны труда: сб. нормативных документов по вопросам охраны труда/ сост. С. А. Михаловский [и др.]. – Вып. 8. – Мн. : ОДО «ЛОРАНЖ-2», 2003. – 148 с.

82 Типовые правила внутреннего трудового распорядка. – Мн., 2000. – 10 с.

83 Трудовой кодекс Республики Беларусь. – Мн. : Ураджай, 2001. – 214 с.

84 **Филиппов, Б. И.** Охрана труда при эксплуатации строительных машин / Б. И. Филиппов. – М. : Высш. шк., 1984. – 247 с.

85 **Черкасов, В. Н.** Защита взрывоопасных сооружений и объектов от молний и статического электричества / В. Н. Черкасов. – М. : Стройиздат, 1984. – 80 с.

86 **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.

87 **Шатило, С. Н.** Совершенствование оплаты труда за работу в опасных и вредных условиях: метод. указания / С. Н. Шатило, В. Г. Гизатуллина, А. М. Рудницкий. – Гомель : БелИИЖТ, 1988. – 27 с.

88 **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
Учебная программа дисциплины «Охрана труда» и рекомендуемая литература.....	5
.....	
Задание на контрольную работу и методические указания по ее выполнению.	13
Примеры решения задач.....	15
Контрольные вопросы.....	30
Задачи.....	34
Приложение А Выборочные соотношения единиц Международной системы с единицами других систем и внесистемными единицами, используемыми при решении задач.....	64
Приложение Б Данные для расчета и определения эффективности путей эвакуации по СНБ 2.02.02–01 «Эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре».....	65
Приложение В Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005–88).....	66
Приложение Г Нормирование шума по Санитарным правилам и нормам 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».....	67
Приложение Д 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»...	71
Приложение Е Коэффициенты звукопоглощения α различных конструкций и материалов.....	72
Приложение Ж Категорирование производственных помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности по НПБ 5–2005.....	73
Приложение И Расчет противопожарного водоснабжения по СНБ 4.01.02–03.	75
Приложение К Данные для расчета и подбора стальных канатов, стропов и чалочных приспособлений.....	77
Приложение Л Рекомендации по расчету и подбору пружинных вибро-изоляторов.....	79
Приложение М Данные для расчета эффективности акустических экранов	80
Приложение Н Классификация зданий по функциональной пожарной опасности.....	81
Приложение П Системы оповещения людей о пожаре.....	83
Список литературы.....	85

Учебное издание

ШАТИЛО Сергей Николаевич
ДОРОШКО Сергей Владимирович

ОХРАНА ТРУДА

Учебно-методическое пособие для студентов механических специальностей факультета безотрывного обучения

Редактор И. И. Э в е н т о в
Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а
Компьютерный набор и верстка С. В. Д о р о ш к о, Н. А. Ч е р н ы ш о в о й

Подписано в печать 21.06.2007 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 5,35. Уч.-изд. л. 5,59. Тираж 220 экз.
Зак. № Изд. № 22

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный университет транспорта:
ЛИ № 02330/0133394 от 19.07.2004 г.
ЛП № 02330/0148780 от 30.04.2004 г.
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.