

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Программа, методические указания и контрольные задания
для студентов заочной формы обучения специальностей и направлений
080502.65, 140211.65, 150202.65, 151001.65, 190201.65, 190202.65,
190601.65, 190603.65, 190701.65, 190702.65, 200503.65, 220301.65, 220601.65,
230105.65, 260601.65, 280101.65

Курган 2013

Кафедра: «Экология и безопасность жизнедеятельности» (специальности и направления 080502.65, 140211.65, 150202.65, 151001.65, 190201.65, 190202.65, 190601.65, 190603.65, 190701.65, 190702.65, 200503.65, 220301.65, 220601.65, 230105.65, 260601.65, 280101.65)

Дисциплина: «Безопасность жизнедеятельности»

Составили: канд. техн. наук, доцент А.И. Микуров;
канд. биол. наук, доцент В. А. Кривобокова;
канд. техн. наук, доцент С.К. Белякин;
ст. преподаватель Н.Г. Евтушенко;
ст. преподаватель С.Б. Попадчук.

Работа выполнена при равноценном участии авторов.

Утверждены на заседании кафедры «20» декабря 2012 г.

Рекомендованы методическим советом университета «28» декабря 2012 г.

Цели и задачи дисциплины

Учебная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» – обязательная общепрофессиональная дисциплина, в которой соединена тематика безопасного взаимодействия человека со средой обитания (производственной, бытовой, городской, природной) и вопросы защиты от негативных факторов чрезвычайных ситуаций. Изучением дисциплины достигается формирование у специалистов представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности с требованиями к безопасности и защищенности человека. Реализация этих требований гарантирует сохранение работоспособности и здоровья человека, готовит его к действиям в экстремальных условиях.

Цель преподавания дисциплины – обучить студента основам идентификации и методики количественной оценки воздействий негативных факторов среды обитания на человека для разработки мероприятий по обеспечению комфортных условий деятельности человека на всех стадиях его жизненного цикла, а также для предупреждения возникновения и развития ЧС, снижения потерь и ущерба от них и ликвидации последствий ЧС.

Основная задача дисциплины – сформировать у студентов основы теоретических знаний и практических навыков, необходимых для:

- создания комфортного (нормативного) состояния среды обитания в зонах трудовой деятельности и отдыха человека;
- идентификации негативных воздействий среды обитания естественного, техногенного и антропогенного происхождения;
- разработки и реализации мер защиты человека и среды обитания от негативных воздействий;
- проектирования и эксплуатации техники, технологических процессов и объектов экономики в соответствии с требованиями по безопасности и экологичности;
- принятия решений по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения современных средств поражения, а также принятия мер по ликвидации их последствий.

В дисциплине рассматриваются современное состояние и негативные факторы среды обитания, принципы обеспечения безопасности взаимодействия человека со средой обитания, основы физиологии и рациональные условия деятельности, анатомо-физиологические последствия воздействия на человека травмирующих, вредных и поражающих факторов, принципы их идентификации, средства и методы повышения безопасности, экологичности и устойчивости технических средств и технологических процессов, основы проектирования и применения экобиозащитной техники, прогнозирование чрезвычайных ситуаций, разработка моделей их последствий, разработка мероприятий по защите населения и производственного персонала объектов экономики в чрезвычайных ситуациях, в том числе и в условиях ведения военных действий, и ликвидация последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, правовые, нормативно-технические и организационные основы безопасности жизнедеятельности, контроль и управление условиями жизнедеятельности.

Программа курса «Безопасность жизнедеятельности»

Введение. Методические основы безопасности жизнедеятельности

Характеристика системы «человек и среда обитания». Производственная, городская, бытовая, природная среда. Взаимодействие человека со средой обитания. Негативные воздействия естественного, антропогенного и техногенного происхождения. Аксиома о происхождении техногенных опасностей.

Цель и содержание дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», ее основные задачи, место и роль в подготовке специалиста. Комплексный характер дисциплины: социальные, медико-биологические, экологические, технологические, правовые и международные аспекты.

Раздел 1 ЧЕЛОВЕК И СРЕДА ОБИТАНИЯ

1.1 Физиология труда и комфортные условия жизнедеятельности

Характерные состояния системы «человек - среда обитания». Соответствие условий жизнедеятельности физиологическим, физическим и психическим возможностям человека - основа оптимизации параметров среды обитания (параметры микроклимата, освещенность, организации деятельности и отдыха). Критерии оценки дискомфорта, их значимость.

Классификация основных форм деятельности человека. Физический и умственный труд. Тяжесть и напряженность труда. Статические и динамические усилия. Мышечная работа. Методы оценки тяжести труда. Энергетические затраты человека при различных видах деятельности.

Гигиеническое нормирование параметров микроклимата производственных и непромышленных помещений. Адаптация и акклиматизация в условиях перегревания и охлаждения.

Эргономика и инженерная психология. Рациональная организация рабочего места, техническая эстетика, требования к производственным помещениям. Режимы труда и отдыха, основные пути снижения утомления и монотонности труда, труд женщин и подростков.

1.2 Обеспечение комфортных условий жизнедеятельности

Системы обеспечения параметров микроклимата и состава воздуха: отопление, вентиляция, кондиционирование, их устройство и требования к ним. Контроль параметров микроклимата.

Освещение. Требования к системам освещения. Естественное и искусственное освещение. Светильники, источники света. Расчет освещения. Заболевания и травматизм при несоблюдении требования к освещению. Контроль освещения.

1.3 Негативные факторы в системе «человек – среда обитания»

Источники и уровни различных видов опасностей естественного, антропогенного и техногенного происхождения.

Классификация негативных факторов. Естественные, антропогенные и техногенные, физические, химические, биологические, психофизические, травмирующие и вредные зоны. Вероятность (риск) и уровни воздействия негативных факторов. Критерии безопасности.

1.4 Воздействие негативных факторов на человека и среду обитания

Особенности структурно-функциональной организации человека. Естественные системы человека для защиты от негативных воздействий. Характеристика нервной системы. Условные и безусловные рефлексы. Характеристики анализаторов, кожный анализатор, осязание, ощущение боли, температурная чувствительность, мышечное чувство, восприятие вкуса, обоняние, слух, зрение. Время реакции человека к действию раздражителей. Допустимое воздействие вредных факторов на человека и среду обитания.

Вредные вещества, классификация, агрегатное состояние, пути поступления в организм человека, распределение и превращение вредного вещества, действие вредных веществ и чувствительность к ним. Комбинированное действие вредных веществ. Нормирование содержания вредных веществ, предельно-допустимые максимально разовые, среднесменные, среднесуточные концентрации.

Механические колебания. Виды вибраций и их воздействие на человека. Нормирование вибраций, вибрационная болезнь.

Акустические колебания. Постоянный и непостоянный шум. Действие шума на человека. Аудиометрия. Инфразвук, возможные уровни. Ультразвук, контактное и акустическое действие ультразвука. Нормирование акустического воздействия. Профессиональные заболевания от воздействия шума, инфразвука и ультразвука. Опасность их совместного воздействия.

Электромагнитные поля. Воздействие на человека статических электрических и магнитных полей, электромагнитных полей промышленной частоты, электромагнитных полей радиочастот. Воздействие УКВ и СВЧ излучений на органы зрения, кожный покров, центральную нервную систему, состав крови и состояние эндокринной системы. Нормирование электромагнитных полей. Действие инфракрасного излучения на организм человека.

Ионизирующее излучение. Внешнее и внутреннее облучение. Их действие на организм человека. Поглощенная, экспозиционная, эквивалентная дозы. Сравнительная оценка естественных и антропогенных излучений. Нормы радиационной безопасности. Лучевая болезнь, другие заболевания. Воздействие ионизирующих излучений на среду обитания.

Электрический ток. Действие электрического тока на организм человека, напряжение прикосновения, шаговое напряжение, неотпускающий ток, ток фибрилляции. Влияние параметров цепи и состояния организма человека на исход поражения электрическим током.

Раздел 2 ТЕХНОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ И ЗАЩИТА ОТ НИХ

2.1 Идентификация травмирующих и вредных факторов, опасные зоны

Аксиома о потенциальной опасности производственных процессов и технических средств. Причины отказов, критерии и методы оценки опасных ситуаций. Понятие и величина риска. Остаточный риск - объективная предпосылка производственных аварий и катастроф. Вероятность возникновения аварий на производстве. Допустимый риск и методы его определения.

Идентификация вредных факторов среды и средств защиты от них. Определение зон действия негативных факторов, вероятности и уровней их экспози-

ции при проектировании технологических процессов и технических средств. Вибро- и шумоопасные зоны. Зоны опасного действия источников ЭМП, лазерных и ионизирующих излучений. Ранжирование травмирующих и вредных факторов технических систем на основе тяжести возможных травм и заболеваний в условиях эксплуатации.

2.2 Методы и средства повышения безопасности технических систем и технологических процессов

Общие требования безопасности технических средств и технологических процессов. Нормативные показатели безопасности. Экспертиза безопасности оборудования и технологических процессов. Порядок проведения, нормативы.

Защита от механических воздействий на работника. Основы проектирования оборудования и рабочего места с учетом безопасности и эргономичности выполнения рабочих движений.

Защита от энергетических воздействий. Основы проектирования технических средств пониженной шумности и виброактивности. Вибропоглощающие и «малозумные» конструкционные материалы, демпфирование колебаний, динамическое виброгашение, виброизоляция. Защита от ЭМП. Защитные средства в радиоэлектронной и диагностической аппаратуре.

Защита от поражения электрическим током. Способы повышения электробезопасности в электроустановках: защитное заземление, зануление, защитное отключение, другие средства защиты. Оградительные и предупредительные средства, блокировочные и сигнализирующие устройства, системы дистанционного управления и другие средства защиты.

Выбор и применение СИЗ на производстве. Аксиома о приоритете ввода в эксплуатацию средств экобиозащиты перед использованием технических средств и технологий.

2.3 Анализ опасностей технических систем

Опасности технических систем: отказ, вероятность отказа. Основные понятия, техника вычисления вероятности чрезвычайного происшествия. Качественный и количественный анализ опасностей. Численный анализ риска возникновения опасности в технических системах.

2.4 Безопасность в отрасли

Особенности обеспечения безопасности отрасли. Травмирующие и вредные факторы, особенности производственного травматизма и заболеваний. Системы и средства защиты, применяемые в отрасли.

Раздел 3 АНТРОПОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ И ЗАЩИТА ОТ НИХ

3.1 Человеческий фактор в обеспечении безопасности в системе «человек - машина»

Психофизическая деятельность человека. Роль психологического состояния человека в проблеме безопасности и создания опасных ситуаций.

Надежность человека как звена технической системы. Критерии оценки деятельности оператора.

3.2 Профессиональные обязанности и обучение операторов технических систем и ИТР по БЖД

Медицинское освидетельствование. Профессиональная подготовка, инструктаж и обучение операторов технических систем правилам безопасности.

Профессиональный отбор операторов технических систем. Возможные пути повышения уровня подготовки операторов.

Подготовка и повышение квалификации ИТР для соблюдения нормативных требований по безопасности труда и нормативных воздействий производства на окружающую среду. Формы ответственности руководителя производства.

Раздел 4 ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ОТ ОПАСНОСТЕЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

4.1 Чрезвычайные ситуации мирного и военного времени

Основные понятия и определения, классификация чрезвычайных ситуаций и объектов экономики по потенциальной опасности. Фазы развития чрезвычайных ситуаций.

Характеристика поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций природного характера. Классификация стихийных бедствий. Виды оружия массового поражения, их особенности и последствия его применения.

4.2 Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях

Радиационно опасные объекты (РОО). Радиационные аварии, их виды, динамика развития, основные опасности.

Задачи, этапы и методы оценки радиационной обстановки. Зонирование территорий при радиационной аварии или ядерном взрыве. Оценка радиационной обстановки по данным дозиметрического контроля и разведки.

Защита от ионизирующих излучений. Типовые режимы радиационной безопасности для мирного и военного времени.

Химически опасные объекты (ХОО), их группы и классы опасности. Основные способы хранения и транспортировки химически опасных веществ. Понятие химической обстановки. Прогнозирование последствий чрезвычайных ситуаций на ХОО. Зоны заражения, очаги поражения, продолжительность химического заражения. Средства индивидуальной защиты, медицинские средства защиты.

Пожаро- и взрывоопасные объекты. Классификация взрывчатых веществ. Классификация пожаров и промышленных объектов по пожароопасности. Тушение пожаров, принципы прекращения горения. Огнетушащие вещества, технические средства пожаротушения.

4.3 Устойчивость функционирования объектов экономики

Понятие об устойчивости в ЧС. Устойчивость функционирования промышленных объектов в ЧС мирного и военного времени. Факторы, влияющие на устойчивость функционирования объектов. Исследование устойчивости промышленного объекта. Принципы и способы повышения устойчивости функционирования объектов в ЧС. Мероприятия по повышению устойчивости

инженерно-технического комплекса и системы управления объектом.

4.4 Защита населения в чрезвычайных ситуациях

Единая государственная система предупреждения, ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), задачи и структура. Территориальные подсистемы РСЧС. Функциональные подсистемы РСЧС. Уровни управления и состав органов по уровням. Координирующие органы, органы управления по делам ГО и ЧС, органы повседневного управления.

Организация защиты в мирное и военное время, способы защиты, защитные сооружения, их классификация. Особенности и организация эвакуации из зон чрезвычайных ситуаций. Мероприятия медицинской защиты. Средства индивидуальной защиты и порядок их использования.

4.5 Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций

Основы организации аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) при ЧС. Цели, состав, назначение, организация проведения, привлекаемые силы при проведении АСДНР, способы их ведения. Состав спасательных работ. Состав неотложных работ. Основы управления АСДНР.

Раздел 5 УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Правовые, нормативно-технические и организационные основы обеспечения БЖД

Правовые, нормативно-технические и организационные основы управления. Вопросы безопасности жизнедеятельности в законах и подзаконных актах. Законодательство о труде. Нормативно-техническая документация: единая, межотраслевая, предприятий и организаций. Санитарные нормы и правила. Инструкции по охране труда. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Стандарты предприятий по безопасности труда. Система управления охраной труда (СУ ОТ) на предприятии. Системы контроля требований безопасности и экологичности. Интегральные показатели системы безопасности и условий труда, безопасности оборудования. Виды контроля условий труда: текущий контроль, целевые и комплексные проверки, аттестация рабочих мест.

Чрезвычайные ситуации в законах и подзаконных актах. Закон Российской Федерации «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

5.2 Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение БЖД

Аксиома о воздействии опасностей. Экономический ущерб от производственного травматизма и заболеваний, стихийных бедствий, чрезвычайных ситуаций техногенного и антропогенного происхождения.

Список литературы

Основная литература

- 1 Гринин, А. С. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебное пособие / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. – М. : ФАИР- ПРЕСС, 2002. – 288с.
- 2 Безопасность и охрана труда : учебное пособие / под ред. О. Н. Русака. – СПб. : ЛТА, МАНЭБ, 2001.-279с.
- 3 Кукин, П. П. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. – 2-е изд., испр. и доп. / П. П. Кукин [и др.]. – М. : Высшая школа, 2002. – 319 с.

4 Безопасность жизнедеятельности : учебник / под ред. проф. Э. А. Арустамова. – 16-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. – 448 с.

Дополнительная литература

5 Горбунова, Л. Н. Безопасность жизнедеятельности : словарь-справочник / Л. Н. Горбунова, А. А. Калинин, В. Я. Кондрасенко [и др.] / под общ. ред. О. Н. Русака. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2003. – 799 с.

6 Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебник для вузов / С. В. Белов, А. В. Ильницкая, А. Ф. Козьяков [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – М. : Высшая школа, 1999. – 448 с.

7 Белов, С.В. Безопасность производственных процессов [Текст] : справочник / С.В.°Белов, В.Н°Бринза, Б.С. Векшин [и др.] ; под общ. ред. С.В. Белова. –М.: Машиностроение, 1985.–448 с.

8 Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебник для студентов средних профессиональных учебных заведений / С. В. Белов, В. А. Девясилов, А. Ф. Козьяков и др. / Под общ. ред. С. В. Белова. – М. : Высшая школа, НМК СПО, 2000. – 343 с.

9 Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебное пособие по курсу «Безопасность жизнедеятельности». – СПб. : ЛТА, 1997. – 293с.

10 ВНТП 05-97. Определение категорий помещений и зданий предприятий и объектов железнодорожного транспорта по взрывопожарной и пожарной опасности. – М. : ГипротрансТЭИ, 1997. - 99 с.

11 ГОСТ 12.0.002-80 (СТ СЭВ 1084-78) ССБТ. Термины и определения. – М. : Изд-во стандартов, 1997. - 8 с.

12 ГОСТ 12.0.003-74 (1990) (СТ СЭВ 790-77) ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М. : Изд-во стандартов, 1990. - 6с.

13 ГОСТ 12.1.004-91.(1993) ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 70 с.

14 ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 10 с.

15 ГОСТ 12.1.010-77 (1999). ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. – М. : филиал ИПК - Изд-во стандартов – тип. «Московский печатник», 2004. – 6с.

16 ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М. : Изд-во стандартов, 1989. - 9с.

17 ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – М. : ФГУП «Стандартинформ», 2007. – 10 с.

18 ГОСТ 12.2.009-99. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности. – Минск: Стандартинформ, 2006. – 36 с.

19 ГОСТ 12.3.002-75. ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности. – М. : Стандартинформ, 2007. – 8 с.

20 ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2007. – 30 с.

21 Атаманюк, В. Г. Гражданская оборона [Текст] : учебник для вузов/

- В. Г. Атаманюк, Л. Г. Ширшев, Н. И. Акимов. – М. : Высшая школа, 1989. – 207 с.
- 22 Долин, П. А. Основы техники безопасности в электроустановках [Текст] : учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоиздат, 1984. – 448 с.
- 23 Левашов, С. П. Техногенный риск [Текст] : учебное пособие. – Курган : Изд-во КГУ, 2000. – 171с.
- 24 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТ Р М-016-2001. РД 153-34.0-03.150-00, 2001. С изм. и доп. - Мытищи: Талант, 2013. – 144 с.
- 25 НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – СПб. : Изд-во ДЕАН, 2011. – 48с.
- 26 ОНТП 10-99. Нормы технологического проектирования для предприятий машиностроения. Определение категорий (классификация) помещений и зданий предприятия по взрывоопасной и пожарной опасности. Противопожарные требования. – М. : Минэкономки России, 1999. – 60 с.
- 27 Полушкин, В. И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Ч.1. Теоретические основы создания микроклимата здания : учебное пособие / В. И. Полушкин, О. Н. Русак, С. И. Бурцев [и др.] – СПб. : Профессия, 2002. – 176с.
- 28 Охрана труда в машиностроении : учебник для машиностроительных вузов [Текст] / под ред. Е. Я. Юдина, С. В. Белова. – М. : Машиностроение, 1983. – 432с.
- 29 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [Текст] – М. : НЦ ЭНАС, 2012, 280 с.
- 30 Правила устройства электроустановок [Текст] – 7-е изд., перераб. и доп.– М. : Энергоатомиздат, 2002.
- 31 Проекты (работы) дипломные и курсовые : руководящий материал по правилам оформления. – Курган : Изд-во КГУ, 1997.
- 32 Руководящие указания по проектированию, сооружению и эксплуатационному контролю заземляющих устройств подстанций напряжением 6-750 кВ [Текст] – М. : ОАО «ФСК ЕЭС», 2012. - 73с.
- 33 Салов, А. И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта /°(практические расчеты) [Текст] / А. И. Салов, Я. М. Беркович, И. И. Васильева ; под редакцией А. И. Салова. – М. : Транспорт, 1977.
- 34 Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование [Текст] : справочник / под ред. С. В. Белова. – М. : Машиностроение, 1989. – 368с.
- 35 Трудовой кодекс Российской Федерации № 197-ФЗ от 30 декабря 2001 г. [Электронный ресурс]: Компания «КонсультантПлюс». URL : <http://www.consultant.ru/popular/tkrf/>

Общие методические указания

к выполнению контрольной работы и оформлению отчетов

Основная форма учебной работы студента заочной формы обучения – самостоятельное изучение материала согласно рабочей программе курса БЖД. Для оценки качества усвоения курса студент выполняет контрольную работу,

которая должна быть представлена для проверки на кафедре «Экология и БЖД». Работа должна быть написана машинописным способом, текст желательно иллюстрировать схемами, рисунками, таблицами. *Отчет по контрольной работе состоит из ответов на два теоретических вопроса и решения двух задач.*

Теоретический вопрос следует выполнять в виде индивидуального задания по актуальным проблемам безопасности труда. Содержание его должно носить конкретный, деловой характер, отражающий позицию автора по освещаемому вопросу. Недопустимо заполнять реферат переписыванием определений и общих рассуждений, нормативно-технической документации, т.е. сведениями, не сопровождаемыми комментариями автора. Выводы подтверждаются необходимыми расчетами, справочными данными, схемами, эскизами со ссылками на нормативные документы и литературные источники. При изложении материала нужно рассматривать только факты, непосредственно раскрывающие суть вопроса.

Теоретический вопрос в контрольной работе выполняется *по варианту, номер которого определяется номером позиции фамилии студента в экзаменационной ведомости* (таблица 1). *Номер варианта теоретического вопроса необходимо указывать на титульном листе.*

Таблица 1 – **Варианты вопросов к выполнению контрольных работ**

Номер в ведомости	Номер теоретического вопроса		Номер в ведомости	Номер теоретического вопроса	
	первого	второго		первого	второго
1	2	3	4	5	6
1	1	31	16	16	46
2	2	32	17	17	47
3	3	33	18	18	48
4	4	34	19	19	49
5	5	35	20	20	50
6	6	36	21	21	51
7	7	37	22	22	52
8	8	38	23	23	53
9	9	39	24	24	54
10	10	40	25	25	55
11	11	41	26	26	56
12	12	42	27	27	57
13	13	43	28	28	58
14	14	44	29	29	59
15	15	45	30	30	60

Номер для решения задач выбирается по последней цифре учебного шифра студента и номера специальности (таблица 2), а исходные данные для решения задач – по предпоследней цифре шифра варианта задачи.

Таблица 2 - Номера задач к выполнению контрольных работ

шифр студента	Номер направления (специальности)								
	08050 2,1502 02	19070 1, 19070 2	151001, 260601	19020 1, 19020 2	14021 1	19060 1, 19060 3	200503, 220301	22060 1, 23010 5	280101, 260601
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,6	2,6	3,4	3,8	2,8	1,4	6,7	1,7	1,8
2	2,8	1,8	1,7	7,2	1,4	2,6	1,8	2,4	2,7
3	1,5	2,7	3,8	3,6	2,6	1,8	4,7	6,7	1,6
4	2,4	1,6	2,7	7,4	1,8	2,6	3,4	3,8	2,4
5	1,5	2,4	1,4	1,8	2,7	3,4	1,7	4,7	3,8
6	3,6	1,8	3,7	2,7	1,6	3,8	3,8	2,8	3,8
7	3,8	3,6	2,8	3,6	2,4	4,8	2,7	6,8	4,7
8	2,5	3,8	3,7	4,7	1,8	4,6	3,6	3,6	4,6
9	1,8	2,8	3,4	1,4	2,4	5,8	1,7	1,7	5,8
0	2,4	1,7	1,8	2,7	1,8	6,7	3,6	2,4	6,7

Форма титульного листа и изложения материала в соответствии с Руководящим материалом [31], текст материала - по ГОСТ 7.32 -2001, текст таблиц – по ГОСТ [20]. Библиографическое описание - в соответствии с ГОСТ 7.1 - 84. Объем отчета - не более 15-25 страниц.

Написанные в тетради отчеты на проверку не принимаются!

По согласованию с преподавателем допускается подбор темы теоретического вопроса в индивидуальном порядке.

Контрольная работа выполняется на листах формата А4 (210x297 мм).

Вопросы для выполнения теоретического задания

- 1 Предмет, цели и задачи курса. Место дисциплины в системе наук.
- 2 Факторы, формирующие условия и безопасность труда в системе «человек-машина».
- 3 Аксиома о потенциальной опасности. Опасные и вредные производственные факторы. Номенклатура опасностей.
- 4 Понятие и величина риска. Риск индивидуальный и социальный. Управление риском.
- 5 Эргономика и инженерная психология. Рациональная организация рабочего места, требования к производственным помещениям.
- 6 Эргономические требования к системе «человек-машина».
- 7 Классификация основных форм деятельности человека. Тяжесть и напряженность труда.
- 8 Понятие надежности и безопасности технических систем. Нормативные показатели безопасности. Экспертиза безопасности оборудования и технологических процессов.
- 9 Предварительный анализ опасности. Выявление последовательности опасных ситуаций. Понятие о дереве событий, дереве отказов и дереве решений.
- 10 Системы обеспечения параметров микроклимата и состава воздуха.
- 11 Принципы обеспечения безопасности. Классификация, краткая характери-

стика, примеры.

12 Методы обеспечения безопасности. Классификация, краткая характеристика, примеры.

13 Освещение. Требования к системам освещения. Естественное и искусственное освещение.

14 Причины и источники загрязнения воздушной среды. Нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе. ПДК.

15 Классификация систем вентиляции и требования к ним. Методы расчета требуемого воздухообмена.

16 Расчет общеобменной механической вентиляции производственных цехов.

17 Механические колебания. Виды вибраций и их воздействие на человека. Нормирование вибраций.

18 Методы и средства по снижению технологической (транспортно-технологической) вибрации в производственных помещениях.

19 Акустические колебания. Действие шума на человека. Инфразвук и ультразвук. Нормирование акустического воздействия.

20 Методы и средства по снижению шума в производственных помещениях.

21 Основные принципы акустического расчета. Определение ожидаемых условий звукового давления в расчетной точке открытого пространства и в помещениях.

22 Методы и средства защиты от электрического тока при эксплуатации технологического оборудования.

23 Основные причины электротравматизма. Факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током.

24 Краткая характеристика основных способов защиты от электрического тока.

25 Принцип действия и область применения защитного заземления, зануления, защитного отключения.

26 Источники электромагнитных полей (ЭМП). Действие на человека, нормирование, методы и средства защиты от ЭМП.

27 Источники ионизированных излучений. Физическая природа и измерение ионизирующих излучений.

28 Нормирование ионизирующих излучений. Методы и средства защиты.

29 Совершенствование методов обучения и контроля знаний по безопасности труда.

30 Обучение охране труда на предприятии.

31 Анализ и оценка безопасности технологических процессов (технологического оборудования) применительно к вашей специальности.

32 Основные положения законодательства об охране труда.

33 Надзор и контроль за соблюдением правовых норм по безопасности труда.

34 Основные положения системы управления охраной труда на предприятии.

35 Классификация чрезвычайных ситуаций (ЧС). Поражающие факторы источников ЧС техногенного характера.

36 Характеристики поражающих факторов источников ЧС природного характера.

37 Поражающие факторы ЧС военного времени. Виды оружия массового пора-

жения, их особенности и последствия его применения.

38 Устойчивость функционирования промышленных объектов в ЧС мирного и военного времени.

39 Принципы и способы повышения устойчивости объектов в ЧС.

40 Единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС): задачи и структура.

41 Территориальные и функциональные подсистемы РСЧС.

42 Организация управления в ЧС. Цели, основные этапы, функции управления.

43 Принципы и способы защиты населения в ЧС.

44 Разработка способов и средств защиты технологического оборудования в условиях ЧС.

45 Организация проведения спасательных и аварийно-восстановительных работ на предприятии.

46 Оценка химической обстановки. Разработка мер по защите населения от сильнодействующих ядовитых веществ.

47 Оценка радиационной обстановки. Разработка мер по защите населения от ионизирующих излучений.

48 Опасные факторы пожара. Причины пожаров на промышленных предприятиях. Общие требования пожарной безопасности.

49 Классификация пожаров и промышленных объектов по пожарной опасности. Противопожарная защита зданий и сооружений.

50 Тушение пожаров, принципы прекращения горения. Огнетушащие вещества, технические средства пожаротушения.

51 Пожаро- и взрывоопасные объекты. Возгораемость материалов и огнестойкость строительных конструкций.

52 Разработка (выбор) средств пожарной сигнализации и связи.

53 Обоснование системы молниезащиты на предприятии.

54 Гражданская оборона (ГО), её место в системе общегосударственных мероприятий гражданской защиты. Структура и задачи ГО на промпредприятии.

55 План мероприятий предприятия в ЧС.

56 Особенности и организация эвакуации населения из зон ЧС. Мероприятия медицинской защиты.

57 Классификация защитных сооружений. СИЗ и порядок их использования.

58 Роль психологического состояния человека в проблеме безопасности.

59 Возможности человека по восприятию информации, распознаванию опасностей.

60 Профессиональная подготовка, инструктаж и обучение операторов (станочников или другой категории работающих) правилам безопасности.

Задачи для выполнения контрольной работы

Задача 1 Расчет защитного заземления

Исходные данные. При появлении напряжения на токопроводящих частях (пробой фазы на корпус и т.д.) необходимо снизить потенциал напряжения до безопасных значений [16]. Фактически потенциал на оборудовании (напряжения прикосновения) будет определяться мощностью, необходимой для возврата

тока на нейтраль трансформатора. Мощность определяется произведением напряжения и силы тока, величины которых связаны с сопротивлением КЗЗ.

Необходимо иметь сопротивление заземляющего устройства в пределах требований безопасности (таблица А1 приложения А) [30].

Расчитать заземляющее устройство трансформаторной подстанции, исходные данные приведены в таблице 3. Подстанция понижающая размещена в отдельном кирпичном здании, имеет два трансформатора с изолированной нейтралью на высокой стороне и с глухозаземленной нейтралью на низкой стороне (0,4 кВ). Предполагаемый контур искусственного заземлителя вокруг здания имеет форму прямоугольника. Исходные данные для решения задачи приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные к решению задачи №1

№ вар.	U, кВ	Размеры контура заземлителя, м		Re, Ом	$l_{кл.}$, км	$l_{вл.}$, км	$l_{в.}$, м	$L_{г.}$, м	t_0 , м	ρ_{pe} , Ом м	ρ_{p2} , Ом м
		длина	ширина								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6	15	15	16	75	70	3,5	60	0,5	120	176
2	6	20	15	17	80	75	5	70	0,8	120	176
3	6	20	20	18	85	80	3,5	80	0,5	120	176
4	6	25	20	19	90	85	5	90	0,8	120	176
5	6	25	25	20	95	90	3,5	100	0,5	120	176
6	10	15	10	21	100	95	5	50	0,8	120	176
7	10	15	15	22	105	100	3,5	60	0,5	120	176
8	10	20	15	23	110	105	5	70	0,8	120	176
9	10	20	20	24	115	110	3,5	80	0,5	120	176
10	10	25	20	25	120	115	5	90	0,8	120	176
11	6	30	15	25	80	75	3,5	90	0,5	120	176
12	6	20	10	15	85	80	5	60	0,8	120	176
13	6	15	15	17	70	65	3,5	60	0,5	120	176
14	6	25	10	16	95	90	5	70	0,8	120	176
15	6	30	20	18	100	95	3,5	100	0,5	120	176
16	10	30	30	20	75	70	5	120	0,8	120	176
17	10	25	25	25	75	70	3,5	100	0,5	120	176
18	10	30	25	16	95	90	5	110	0,8	120	176
19	10	35	30	19	75	70	3,5	130	0,5	120	176
20	10	20	15	15	80	75	5	70	0,8	120	176

В качестве естественного заземлителя будет использована металлическая технологическая конструкция, частично погруженная в землю; ее расчетное сопротивление растеканию принято равным R_e с учетом сезонных изменений.

Заземляющее устройство предполагается выполнить из вертикальных стержневых электродов длиной $l_e = 5$ м, диаметром $d = 12$ мм, верхние концы которых соединяются с помощью горизонтального электрода – стальной полосы длиной $L_r = 50$ м, сечением 4×40 мм, уложенной в землю на глубине $t_0 = 0,8$ м.

Решение:

Проводим расчет заземляющего устройства в однородной земле методом коэффициентов использования по допустимому сопротивлению заземлителя растеканию тока [34].

Расчетные удельные сопротивления грунта, полученные в результате измерений и расчета, равны:

- для вертикального электрода длиной 5 м $\rho_{pe} = 120$ Ом·м;
- для горизонтального электрода сечением 4×40 мм $\rho_{pe} = 176$ Ом·м.

Ток замыкания на землю неизвестен (сеть работает в нормальном режиме), поэтому определяем ток утечки с подходящей линии. По известной протяженности подходящих линий 6 кВ – кабельных $l_{кл} = 70$ км, воздушных $l_{вл} = 65$ км определяем расчетный ток утечки на землю:

$$I_3 = \frac{U}{350} (35 * l_{кл} + l_{вл}) = \frac{6}{350} (35 * 70 + 65) = 43 \text{ А}, \quad (1)$$

где U – напряжение подходящих линий, кВ; $l_{кл}$, $l_{вл}$ – протяженность подходящих кабельных и воздушных линий соответственно, км.

Требуемое сопротивление растеканию заземляющего устройства, которое принимаем общим для установок 6 и 0,4 кВ (приложение А, таблица А1):

$$R_3 = \frac{125}{I_3} = \frac{125}{43} = 2,9 \text{ Ом}, \quad (2)$$

где I_3 - расчетный ток утечки на землю, А.

Требуемое сопротивление искусственного заземлителя:

$$R_u = \frac{R_e R_3}{R_e - R_3} = \frac{15 * 2,9}{15 - 2,9} = 3,6 \text{ Ом}, \quad (3)$$

где R_3 – требуемое сопротивление растеканию тока искусственного заземлителя, Ом; R_e – расчетное сопротивление растеканию тока естественного заземлителя, Ом.

Тип заземлителя выбираем контурный, размещенный по периметру прямоугольника длиной 15 м и шириной 10 м вокруг здания подстанции. Вертикальные электроды размещаем на расстоянии $a = 5$ м один от другого.

Из предварительной схемы следует, что в принятом нами заземлителе суммарная длина горизонтального электрода $L_r = 50$ м, а количество вертикальных электродов $n = L_r / a = 50 / 5 = 10$ шт. (рисунок 1а).

Уточняем параметры заземлителя путем проверочного расчета.

Определяем расчетное сопротивление растеканию вертикального электрода:

$$R_e = \frac{\rho_{pe}}{2\pi * l_e} \left(\ln \frac{2l_e}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l_e}{4t - l_e} \right) = \frac{120}{2\pi * 5} \left(\ln \frac{2 * 5}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 * 3,3 + 5}{4 * 3,3 - 5} \right) = 27,2 \text{ Ом}, \quad (4)$$

где d – диаметр электрода $d = 12 \text{ мм} = 0,012 \text{ м}$, t – глубина заложения электрода $t = t_0 + 0,5 * l_g = 0,8 + 0,5 * 5 = 3,3 \text{ м}$.

Определяем расчетное сопротивление растеканию горизонтального электрода:

$$R_r = \frac{\rho_{p2}}{2\pi * l_z} \ln \frac{L_z^2}{0,5Bt} = \frac{176}{2\pi 50} \ln \frac{50^2}{0,5 * 0,04 * 0,8} = 6,7 \text{ Ом}, \quad (5)$$

где B – ширина полки уголка, $B = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$, t – глубина заложения электрода, $t = t_0 = 0,8 \text{ м}$.

Определяем коэффициенты использования электродов заземлителя для принятого нами контурного заземлителя при отношении $a/l_g = 5/5 = 1$ и $n = 10$ шт. по таблице А.3 приложения А: $\eta_g = 0,56$ – коэффициент использования вертикальных электродов, $\eta_z = 0,34$ – коэффициент использования горизонтального электрода.

Находим сопротивление растеканию принятого нами группового заземлителя:

$$R = \frac{R_g R_z}{R_g \eta_z + R_z \eta_g n} = \frac{27,2 * 6,7}{27,2 * 0,34 + 6,7 * 0,56 * 10} = 3,9 \text{ Ом}. \quad (6)$$

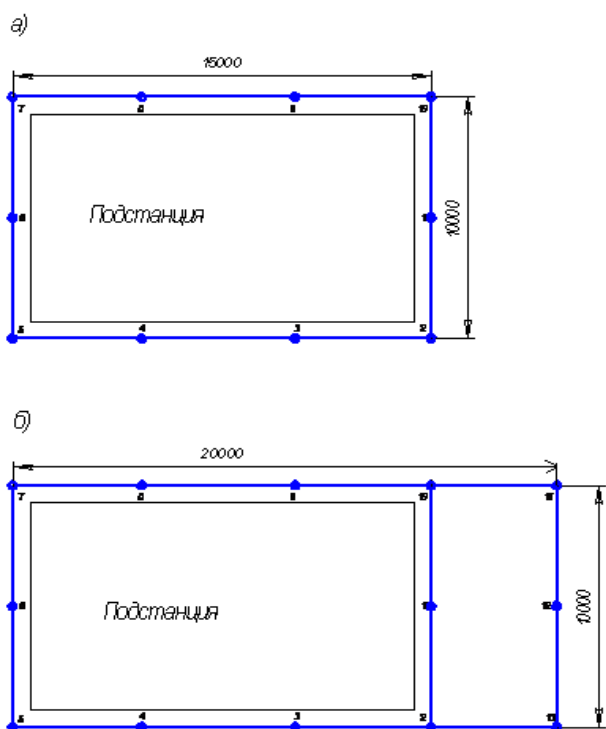
Это сопротивление $R = 3,9 \text{ Ом}$ больше, чем требуемое $R_{и} = 3,6 \text{ Ом}$, поэтому принимаем решение увеличить в контуре заземлителя количество вертикальных электродов до $n = 13$ шт.

Затем для прежнего отношения $a/l_g = 1$ и вновь принятого количества вертикальных электродов $n = 13$ шт. по таблице А.3 приложения А находим новые значения коэффициентов использования электродов заземлителя: вертикальных $\eta_g = 0,53$ и горизонтального $\eta_z = 0,32$.

Находим новое значение сопротивления растеканию тока группового заземлителя:

$$R = \frac{R_g R_z}{R_g \eta_z + R_z * n * \eta_g} = \frac{27,2 * 6,7}{27,2 * 0,32 + 6,7 * 13 * 0,53} = 3,32 \text{ Ом}. \quad (7)$$

Это сопротивление $R = 3,32 \text{ Ом}$ меньше требуемого $R_{и} = 3,6 \text{ Ом}$, но так как разница между ними невелика $R_{и} - R = 0,28 \text{ Ом}$ и она повышает условия безопасности, принимаем этот результат как окончательный.



а) предварительная ($n = 10$ шт., $a = 5$ м, $L_{\Gamma} = 50$ м);

б) окончательная ($n = 13$ шт., $a = 5$ м, $L_{\Gamma} = 70$ м)

Рисунок 1 – Схемы контурных искусственных заземлителей подстанции

Итак, окончательная схема контурного группового заземлителя состоит из 13 вертикальных стержневых электродов длиной 5 м, диаметром 12 мм, с расстоянием между ними равным 5 м, и горизонтального электрода в виде стальной полосы длиной 70 м, сечением 4 x 40 мм, заглубленных в землю на 0,8 м (рисунок 1б).

Задача 2 Расчет защитного зануления

Защитное зануление – это преднамеренное электрическое соединение открытых проводящих частей оборудования электроустановок с глухозаземленной нейтралью генератора (трансформатора) в сетях трехфазного тока, или с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, или с заземленной точкой источника в сетях постоянного тока, выполняемое в целях электробезопасности. Для соединения открытых проводящих частей потребителя электроэнергии с глухозаземленной нейтральной точкой источника используется нулевой защитный проводник.

Надежное отключение поврежденного участка считается обеспеченным, если ток однофазного короткого замыкания ($KЗ$) I_K отвечает условию:

$$I_K \geq K \cdot I_{\text{ном}}, \quad (8)$$

где $I_{\text{ном}}$ — номинальный ток плавкой вставки предохранителя или ток уставки расцепителя автоматического выключателя;

K — коэффициент, зависящий от устройства защиты (предохранители, автоматический выключатель) и определяемый по требуемой кратности превышения

номинального тока в цепи.

Условие надежной защиты занулением – превышение тока короткого замыкания на корпус оборудования над током срабатывания защитных устройств.

Исходные данные. Проверить, обеспечена ли отключающая способность зануления в сети (рисунок 2, исходные данные к решению задачи принять по таблице 4) при нулевом защитном проводнике – стальной полосе сечением 40x4 мм. Линия 380/220 В с медными проводами 3x25 мм² питается от трансформатора 400 кВА, 6/0.4 кВ со схемой соединения обмоток «треугольник – звезда с нулевым проводом» (Δ/Y_H). Двигатели защищены предохранителями $I_{1ном} = 125\text{А}$ (двигатель 1) и $I_{2ном} = 80\text{А}$ (двигатель 2). Коэффициент кратности тока $K=3$ (защита двигателей предохранителями).

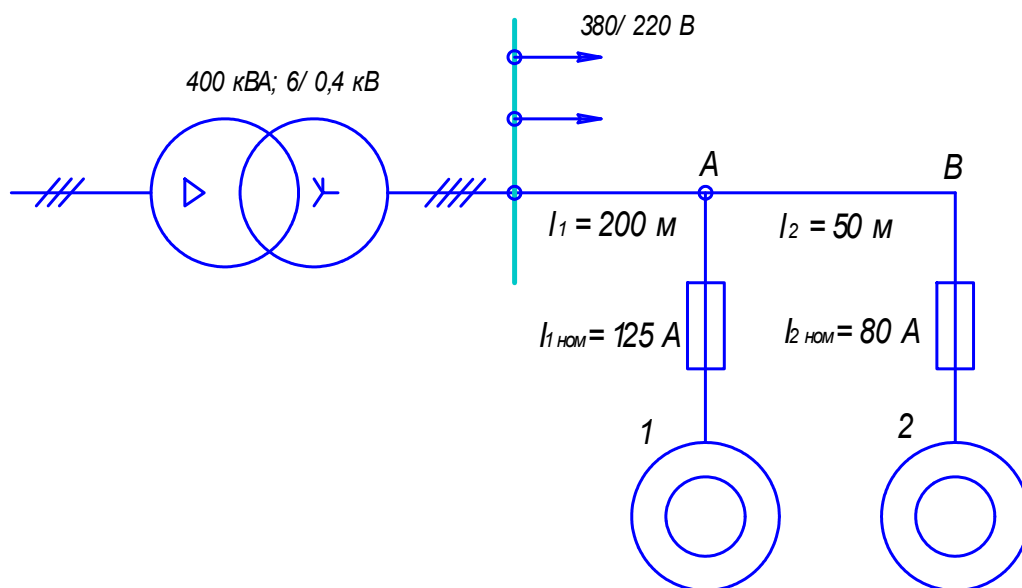


Рисунок 2 – Схема сети к расчёту защитного зануления

Решение

Решение сводится к проверке условия:

$$I_k \geq I_d, \tag{9}$$

где I_k – ток однофазного короткого замыкания, проходящий по петле «фаза-нуль»;

$I_d = K I_{ном}$ – наименьший допустимый ток по условию срабатывания защиты (предохранителя);

$I_{ном}$ – номинальный ток плавкой вставки предохранителя.

Выполнение этого условия обеспечит надежное срабатывание защиты при коротком замыкании (КЗ) фазы на зануленный корпус электродвигателя, т.е. соединенный нулевым защитным проводником с глухозаземленной нейтральной точкой трансформатора.

Таблица 4 - Исходные данные к решению задачи №2

№ варианта	Размеры сечения стальной полосы (нулевого провода)	Напряжение линии, В	Длина участков линии		Площадь сечения медных фазных проводов, мм ²	Трансформатор			Номинальные токи предохранителей		Коэффициент кратности тока, К
			l_1 , м	l_2 , м		Мощность, кВА	Напряжение, кВ	Схема соединения обмоток	Двиг. 1, А	Двиг. 2, А	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	50x4	380/220	210	60	3x50	630	6/0,4	Δ/Y _H	195	125	1,25
2	50x5	380/220	220	70	3x50	1000	6/0,4	Δ/Y _H	300	150	1,25
3	60x5	380/220	230	80	3x100	1600	6/0,4	Δ/Y _H	370	250	1,25
4	20x4	380/220	240	90	3x2,5	25	6/0,4	Δ/Y _H	8	5	3
5	20x4	380/220	150	100	3x2,5	40	6/0,4	Δ/Y _H	12	8	3
6	30x4	380/220	260	110	3x5	65	6/0,4	Δ/Y _H	20	12	3
7	30x4	380/220	270	120	3x6	100	6/0,4	Δ/Y _H	30	20	3
8	30x5	380/220	280	130	3x10	160	6/0,4	Δ/Y _H	50	30	3
9	40x4	380/220	290	140	3x25	250	6/0,4	Δ/Y _H	80	50	3
10	40x4	230/127	300	150	3x25	400	6/0,23	Y/Y _H	100	75	3
11	40x4	380/220	240	90	3x50	250	6/0,4	Δ/Y _H	300	200	1,25
12	40x4	380/220	200	70	3x25	400	6/0,4	Δ/Y _H	195	125	1,25
13	40x4	380/220	270	110	3x25	400	6/0,4	Δ/Y _H	120	75	1,25
14	40x4	380/220	260	100	3x25	250	6/0,4	Δ/Y _H	70	40	3
15	30x5	380/220	250	100	3x10	160	6/0,4	Δ/Y _H	40	20	3
16	20x4	380/220	220	80	3x2,5	25	6/0,4	Δ/Y _H	10	7	3
17	60x5	380/220	200	70	3x100	1600	6/0,4	Δ/Y _H	370	240	1,25
18	50x5	380/220	300	130	3x50	1000	6/0,4	Δ/Y _H	200	100	1,25
19	30x4	380/220	250	140	3x6	100	6/0,4	Δ/Y _H	40	20	3
20	30x5	380/220	220	100	3x10	160	6/0,4	Δ/Y _H	60	30	3

1 Определяем наименьшие допустимые значения токов двигателей 1 и 2:

$$I_{1д} = K I_{1ном} = 3 * 125 = 375 \text{ А};$$

$$I_{2д} = K I_{2ном} = 3 * 80 = 240 \text{ А}.$$

2 Находим полное сопротивление трансформатора из таблицы А.4 приложения А:

$$Z_T = 0,056 \text{ Ом}.$$

3 Определяем на участке $l_1 = 200 \text{ м} = 0,2 \text{ км}$ активное $R_{1ф}$ и индуктивное $X_{1ф}$ сопротивления фазного провода, активное $R_{1нз}$ и индуктивное $X_{1нз}$ сопро-

тивления нулевого защитного провода и внешнее индуктивное сопротивление $X_{1п}$ петли фаза-нуль:

$$R_{1ф} = \rho \frac{l_1}{S_1} = 0,018 \frac{200}{25} = 0,144 \text{ Ом}, \quad (10)$$

где $\rho = 0,018 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ – удельное сопротивление медного провода,

$S_1 = 25 \text{ мм}^2$ – сечение фазного провода.

Принимаем для фазного медного провода $X_{1ф} = 0$ по рекомендации [22].

Находим ожидаемую плотность тока в нулевом защитном проводе – стальной полосе сечением:

$$S_2 = 40 \times 4 = 160 \text{ мм}^2; \quad j_1 = \frac{I_{1д}}{S_2} = \frac{375}{160} \approx 2 \text{ А/мм}^2.$$

По таблице А.5 приложения для $j_1 = 2 \text{ А/мм}^2$ и $S_2 = 40 \times 4 = 160 \text{ мм}^2$ находим:

$r_{1\omega} = 1,54 \text{ Ом/км}$ – активное сопротивление 1 км стального провода,

$X_{1\omega} = 0,92 \text{ Ом/км}$ внутреннее индуктивное сопротивление 1 км стального провода.

Далее находим $R_{1нз}$ и $X_{1нз}$ для $l_1 = 200 \text{ м} = 0,2 \text{ км}$:

$$R_{1нз} = r_{1\omega} l_1 = 1,54 \times 0,2 = 0,308 \text{ Ом}; \quad (11)$$

$$X_{1нз} = X_{1\omega} l_1 = 0,92 \times 0,2 = 0,184 \text{ Ом}. \quad (12)$$

Определяем $X_{1п}$ для $l_1 = 200 \text{ м} = 0,2 \text{ км}$: $X_{1п} = x_{1п} l_1 = 0,6 \times 0,2 = 0,12 \text{ Ом}$.

$X_{1п} = 0,6 \text{ Ом/км}$ – внешнее индуктивное сопротивление 1 км петли фаза-нуль, величина которого принята по рекомендации [22].

4 Определяем на всей длине линии $l_{12} = l_1 + l_2 = 200 + 50 = 250 \text{ м} = 0,25 \text{ км}$ активное $R_{12ф}$ и индуктивное $X_{12ф}$ сопротивления фазного провода, активное $R_{12ф}$ и индуктивное $X_{12ф}$ сопротивления нулевого защитного провода и внешнее индуктивное сопротивление $X_{12п}$ петли фаза-нуль:

$$R_{12ф} = \rho \frac{l_{12}}{S_1} = 0,018 \frac{250}{25} = 0,18 \text{ Ом}. \quad (13)$$

Аналогично предыдущему принимаем: $X_{12ф} = 0$.

Ожидаемая плотность тока в нулевом защитном проводе:

$$j_{12} = \frac{I_{2д}}{S_2} = \frac{240}{160} = 1,5 \text{ А/мм}^2. \quad (14)$$

По таблице А.5 для $j_{12} = 1,5 \text{ А/мм}^2$ и $S_2 = 40 \times 4 = 160 \text{ мм}^2$ находим:

$$r_{12\omega} = 1,81 \text{ Ом/км};$$

$$x_{12\omega} = 1,09 \text{ Ом/км}.$$

Далее находим $R_{12нз}$ и $X_{12нз}$ для $l_{12} = 250 \text{ м} = 0,25 \text{ км}$.

$$R_{12нз} = r_{12\omega} l_{12} = 1,81 \times 0,25 = 0,452 \text{ Ом}. \quad (15)$$

$$X_{12нз} = x_{12\omega} l_{12} = 1,09 \times 0,25 = 0,272 \text{ Ом}. \quad (16)$$

Определяем $X_{12п}$ для $l_{12} = 0,25 \text{ км}$:

$$X_{12п} = x_{1п} l_{12} = 0,6 \times 0,25 = 0,15 \text{ Ом}, \quad (17)$$

где $x_{1п} = 0,6 \text{ Ом/км}$ принято по рекомендации [22] как и в предыдущем случае.

5 Находим действительные значения токов однофазного короткого замы-

кания, проходящих по петле фаза-нуль по формуле [22]:

$$I_{\kappa} = \frac{U_{\phi}}{Z_T/3 + \sqrt{(R_{\phi} + R_{нз})^2 + (X_{\phi} + X_{нз} + X_n)^2}}$$

для следующих случаев:

а) при замыкании фазы на корпус двигателя 1 (рисунок 2):

$$I_{1\kappa} = \frac{220}{0,056/3 + \sqrt{(0,144 + 0,308)^2 + (0,184 + 0,12)^2}} = 390A;$$

б) при замыкании фазы на корпус двигателя 2:

$$I_{2\kappa} = \frac{220}{0,056/3 + \sqrt{(0,18 + 0,452)^2 + (0,272 + 0,15)^2}} = 282A.$$

Поскольку действительные значения токов однофазного короткого замыкания $I_{1\kappa} = 390 A$ и $I_{2\kappa} = 282 A$ превышают соответствующие наименьшие допустимые по условиям срабатывания защиты токи $I_{1д} = 375 A$ и $I_{2д} = 240 A$, нулевой защищенный провод выбран правильно, т.е. отключающая способность системы зануления обеспечена.

Задача 3 Определение тяжести поражения электрическим током

Случаи поражения человека током возможны лишь при замыкании электрической цепи через тело человека или, иначе говоря, при прикосновении человека не менее чем к двум точкам цепи, между которыми существует некоторое напряжение (напряжение прикосновения).

Опасность такого прикосновения оценивается напряжением прикосновения, а тяжесть последствий - силой тока, проходящего через тело человека, который зависит от ряда факторов: напряжения сети, схемы включения человека в цепь, схемы самой сети, режима ее нейтрали, степени изоляции токоведущих частей от земли, а также от величины емкости токоведущих частей относительно земли и т. п.

Согласно современным требованиям [30] сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединена нейтраль источника питания, в любое время года должно быть не более 2, 4 и 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трехфазного тока. Общее сопротивление всех повторных заземлителей воздушной линии должно быть не более 5, 10 и 20 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В, при этом сопротивление каждого из повторных заземлителей должно быть не более 15, 30 и 60 Ом соответственно при тех же напряжениях. Кроме того, при удельном электрическом сопротивлении грунта более 100 Ом·м допускается увеличение указанных выше значений R_0 и $R_{п}$ в отношении $\rho/100$, но не более чем в 10 раз.

Исходные данные. Человек случайно прикоснулся к электрической колодке (колодка не закрыта съемной крышкой), через которую подается напряжение на электрический двигатель. Двигатель питается от трехфазной сети с глухозаземленной нейтралью, сопротивление заземления нейтрали $R_0 = 4 Ом$, линейное напряжение $U_{л} = 380В$, сопротивление исправной изоляции равно 0,5 Мом, сопротивление изоляции ухудшенного качества – 15 кОм. Принять сопротивление

кожи поверхности тела человека 1000 Ом, сопротивление внутренних тканей организма 600 Ом, сопротивление обуви 200 Ом, сопротивление пола на площади, равной поверхности ступней ног 125 Ом.

Определить (исходные данные к решению задачи - в таблице 5):

- 1 Электрическое сопротивление тела человека.
- 2 Ток, проходящий через человека:
 - а) при случайном касании оголенного фазного зажима,
 - б) при замыкании человеком двух зажимов,
 - в) при прикосновении к проводу с исправной изоляцией,
 - г) при прикосновении к проводу с ухудшенной изоляцией.

Перечисленные варианты прикосновения могут привести к производственному электротравматизму.

Таблица 5 – Исходные данные к решению задачи №3

№ варианта	Сопротивление изоляции ухудшенного качества, кОм	Сопротивление кожи поверхности тела человека, Ом	Сопротивление внутренних тканей организма, Ом	Сопротивление обуви, Ом	Сопротивление пола на площади, равной поверхности ступней ног, Ом
1	2	3	4	5	6
1	15	950	550	150	125
2	20	900	650	250	200
3	25	800	500	300	300
4	30	1100	550	350	400
5	35	1000	600	400	500
6	40	900	650	350	400
7	45	800	600	300	300
8	50	700	550	250	200
9	55	800	500	200	150
10	60	900	550	150	125
11	65	800	500	150	125
12	70	700	600	200	150
13	15	900	600	200	125
14	20	1000	650	200	125
15	25	900	650	300	300
16	30	800	550	350	400
17	35	700	550	200	150
18	40	900	600	250	250
19	45	700	600	300	300
20	50	800	550	200	150

Решение

1 Найдём общее сопротивление человека при протекании тока по контуру рука-нога. Схема замещения сопротивления тела человека для случая протекания тока по контуру рука – нога показана на рисунке 3.

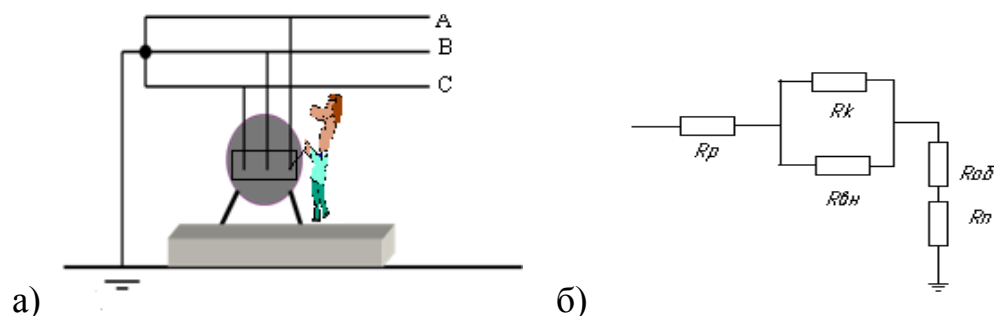


Рис. 3 – Схемы прикосновения (а) и замещения сопротивления человека (б)

Величины этих сопротивлений изменяются в широких пределах. Например, R_k , R_p сильно зависят от влажности: R_p составляет 200 – 300 Ом, если кожа влажная (при решении задач R_p принимать = 300 Ом), и десятки тысяч Ом при сухом состоянии кожи.

Сопротивление внутренних тканей организма составляет 500 - 1000 Ом.

Сопротивление параллельной цепочки R_k , $R_{вн}$ равно:

$$R_1 = \frac{R_k \cdot R_{вн}}{R_k + R_{вн}} = \frac{1000 \cdot 600}{1000 + 600} = 375 \text{ Ом} . \quad (19)$$

Сопротивление пола зависит от его материала, влажности, наличия загрязнений. Так, сопротивление бетонного пола R_n на площади, равной поверхности ступней ног, составляет: сухого – 2 Мом, сырого – 200 Ом, покрытого водой со щелочью – 10 Ом.

Сопротивление обуви зависит от ее вида (резиновая, кожаная, кожмитовая), влажности и приложенного напряжения. Ориентировочно можно считать, что сопротивление сухой обуви $R_{об}$ лежит в пределах от 100 до 500 Ом, сырой—от 0,5 до 1,5 Ом.

При указанных величинах сопротивлений наименьшая величина общего сопротивления человека составит:

$$\text{Рука-нога-пол: } R_{\text{ч}} = R_p + R_1 + R_{об} + R_n = 300 + 375 + 200 + 125 = 1000 \text{ Ом} . \quad (20)$$

$$\text{Рука-рука: } R_{\text{ч}} = R_p + R_1 + R_p = 300 + 375 + 300 = 975 \text{ Ом} .$$

Однако в реальных условиях сопротивление может быть и меньшей величины. Правда, при благоприятном стечении обстоятельств сопротивление человека может достигнуть величины 40000—100000 Ом.

1 При случайном касании оголенного фазного зажима человек попадает под фазное напряжение U_{ϕ} , и сила тока $I_{\text{ч}}$, проходящего через него, равна:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{ч}}} = \frac{220}{1000} = 0,22 \text{ А} , \quad (21)$$

где U_{ϕ} - фазное напряжение, $U_{\phi} = 220 \text{ В}$, $R_{\text{ч}}$ – сопротивление тела человека в це-

пи: рука – нога - пол, $R_{\text{ч}}=1000 \text{ Ом}$.

Ток такой величины безопасен, если время его протекания через человека не более 0,2 с (такую быстроту отключения может обеспечить автоматическая защита). При длительном воздействии такой ток смертелен. Самостоятельное освобождение от воздействия такого тока исключено.

2 При замыкании двух зажимов человек попадает под линейное напряжение $U_{\text{л}}$, и сила тока $I_{\text{ч}}$, проходящего через человека, составит:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{ч}}} = \frac{380}{975} = 0,39 \text{ А}, \quad (22)$$

где $U_{\text{ф}}$ – фазное напряжение, $U_{\text{ф}} = 220 \text{ В}$, $R_{\text{ч}}$ – сопротивление тела человека в цепи: рука – рука, $R_{\text{ч}} = 975 \text{ Ом}$.

Ток такой величины представляет смертельную опасность.

3 При прикосновении к проводу с исправной изоляцией сила тока $I_{\text{ч}}$, проходящего через человека, составит:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{ч}} + R_{\text{из}}} = \frac{220}{1000 + 500000} = 0,44 \cdot 10^{-3} \text{ А}, \quad (23)$$

где $U_{\text{ф}}$ – фазное напряжение, $U_{\text{ф}} = 220 \text{ В}$, $R_{\text{ч}}$ – сопротивление тела человека в цепи: рука – нога - пол, $R_{\text{ч}} = 1000 \text{ Ом}$, $R_{\text{из}}$ – сопротивление изоляции провода $R_{\text{из}} = 500000 \text{ Ом}$.

По данным таблицы А.6 приложения А, переменный ток менее 0,0005 А человеком не ощущается.

4 При прикосновении к проводу с ухудшенной изоляцией:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{ч}} + R_{\text{из}}} = \frac{220}{1000 + 15000} = 14 \cdot 10^{-3} \text{ А}. \quad (24)$$

Переменный ток такой величины представляет безусловную опасность (10 мА - неотпускающий ток) тем более, что с течением времени сопротивление человека уменьшается и опасность смертельного поражения возрастает [9].

Задача 4 Оценка пожаровзрывоопасности помещения

Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовать взрывоопасные газоздушные или паровоздушные смеси при испарении с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на пол определяется (при отсутствии справочных данных) исходя из расчета, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на 1 м² пола помещения.

При расчете необходимо сравнить расчетный объем взрывоопасных газов и заданный объем помещения, в котором произошел разлив бензина. Если расчетный объем меньше объема помещения, то опасности взрыва нет, рассматриваем помещение как пожароопасное.

Исходные данные. На бетонный пол помещения объемом 10 м³ за 5 секунд пролито 1,5 л бензина АИ-93 (ЛВЖ), образовалась лужа диаметром 1,5 м при температура воздуха 20°C, атмосферное давление – 0,1 Мпа (760 мм рт. ст.). Скорость воздуха в помещении 0,1 м/с.

Определить время, необходимое для испарения бензина и образования взрывоопасной концентрации. Определить категорию помещения по пожаро-взрывоопасности. Исходные данные к решению задачи принять из таблицы 6.

Таблица 6 – Исходные данные к решению задачи

№ варианта	Объем помещения, м ³	Количество пролитого бензина, л	Диаметр поверхности испарения, м	Температура воздуха в помещении, °С
1	2	3	4	5
1	10	1,5	1,6	24
2	50	2	1,4	26
3	100	3	2	28
4	75	2,5	1,7	18
5	90	2	1,4	19
6	65	1,5	1,8	20
7	200	5	1,9	21
8	150	9	2	22
9	140	10	3,5	23
10	130	6	2,5	18
11	20	3	1,5	20
12	60	4	2	21
13	80	2,5	1,4	18
14	10	2	1,2	24
15	50	3	1,5	19
16	120	4	2,5	20
17	40	2	1,2	22
18	85	6	3,5	20
19	90	2,5	1,7	22
20	100	5	2	24

Решение

Интенсивность испарения бензина определяется по формуле:

$$W = 4rD_t \frac{M \cdot p_{нас}}{V_t \cdot p_{атм}}, \quad (25)$$

где r — радиус поверхности испарения жидкости, см;

D_t — коэффициент диффузии паров бензина, см²/с;

$M = 96$ — молекулярный вес бензина,

V_t — объем грамм-молекулы паров бензина при температуре 20° С, л;

$p_{нас}$ — давление насыщенного пара бензина, Па ($p_{нас} = 0,014 \text{ Мпа}$);

$p_{атм}$ — атмосферное давление, Па.

Коэффициент диффузии паров бензина при определенной температуре рассчитывается по формуле:

$$D_t = D_o \frac{T + t}{T}, \quad (26)$$

где D_0 – коэффициент диффузии паров бензина при 0° и давлении $0,1 \text{ Мпа}$, $\text{см}^2/\text{с}$.

$$D_0 = \frac{0,8}{\sqrt{M}} = \frac{0,8}{\sqrt{96}} = 0,082 \text{ см}^2/\text{с}, \text{ тогда } D_t = 0,082 \frac{273+20}{273} = 0,088 \text{ см}^2/\text{с}.$$

Объем грамм-молекулы паров бензина при температуре t определяется по формуле:

$$V_t = \frac{V_0(t+T)}{T}, \quad (27)$$

где $V_0 = 22,4 \text{ л}$ – объем грамм-молекулы паров при 0° и давлении $0,1 \text{ Мпа}$.
Тогда:

$$V_t = \frac{22,4(20+273)}{273} = 24,041 \text{ л} = 24041 \text{ см}^3.$$

Тогда интенсивность испарения бензина:

$$W = 4 \cdot 75 \cdot 0,088 \frac{96 \cdot 0,014}{24,041 \cdot 0,1} = 0,0148 \text{ г/с}.$$

Продолжительность испарения $1,5 \text{ л}$ бензина составит:

$$\tau = \frac{1000 \cdot 1,5 \cdot 0,73}{0,0148 \cdot 3600} = 20,6 \text{ ч}$$

где $0,73$ – плотность бензина.

Нижний предел взрываемости паров бензина по объему $K_{об} = 0,76\%$, что соответствует следующей весовой концентрации при $t = 20^\circ\text{C}$:

$$K_{вес} = \frac{K_{об} \cdot M \cdot 10}{V_t} = \frac{0,76 \cdot 96 \cdot 10}{24,041} = 30,3 \text{ мг/л}. \quad (28)$$

Расчетное время испарения t при определении массы паров ЛВЖ, поступивших в помещение, принимается равным времени полного испарения жидкости с рассматриваемой поверхности, но не более 3600 с [10]. Испарения $1,5 \text{ л}$ бензина, или 1095 г , могут образовать взрывоопасную концентрацию в объеме $1095/30,3 = 36,1 \text{ м}^3$ воздуха. Взрывоопасная концентрация в объеме 10 м^3 воздуха может образоваться через $T = 10 \cdot 60 / 36,1 = 16,6 \text{ мин}$.

Определение избыточного давления взрыва в помещении для индивидуальных веществ и смесей ЛВЖ, (т.к. в задаче разлит бензин – легковоспламеняющаяся жидкость, нагретая ниже температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля, то коэффициент участия горючего во взрыве $Z = 0,3$) производится по формуле, кПа:

$$\Delta P = 7990 \cdot \frac{m}{V_{св} \cdot \rho_{п} \cdot C_{ст}}, \quad (29)$$

где: m – масса паров ЛВЖ (ГЖ), поступивших в помещение в результате расчетной аварии, $m = 1,095 \text{ кг}$;

$V_{св}$ – свободный объем помещения, м^3 определяется как $0,8 \cdot V_{помещ} = 8 \text{ м}^3$;

$\rho_{п}$ – плотность пара, при расчетной температуре, кг/м^3 , определяется по формуле:

$$\rho_{п} = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_p)} \quad (30)$$

где: V_0 - объем кмоль газа при нормальных условиях, равный $22,413 \text{ м}^3/\text{кмоль}$;
 t_p – расчетная температура, определяемая согласно условий задачи, $t_p = 20 \text{ }^\circ\text{C}$;
 α – коэффициент температурного расширения пара, равный $0,00124 \text{ 1/град (}^\circ\text{C)}$;
 $\rho_n = 96/[22,413(1+0,00124 \cdot 20)] = 4,28$

$C_{ст}$ - стехиометрическая концентрация паров ЛВЖ, вычисляется по формуле, %:

$$C_{ст} = \frac{100}{1+4,84 \cdot \beta}, \quad (31)$$

где $\beta = n_c + \frac{n_n - n_x}{4} - \frac{n_o}{2}$ - стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания; n_c , n_n , n_o , n_x – число атомов углерода, водорода, кислорода и галоидов в молекуле индивидуального горючего вещества (смеси): $n_c=6,911$, $n_n=1,168$, $n_o=0$, $n_x=0$.

$$\beta = 6,911 + \frac{12,168-0}{4} - \frac{0}{2} = 9,953.$$

$$C_{ст} = 100/(1+4,84 \cdot 9,953) = 2,03.$$

$$\Delta P = 7990 \cdot 1,095/8 \cdot 4,28 \cdot 2,03 = 125,69 \text{ [кПа]}.$$

Заключение о категории помещения дается в зависимости от расчетной величины избыточного давления взрыва и класса обращающихся веществ:

- если избыточное давление взрыва превышает 5 кПа и в помещении находятся (обращаются) жидкости с температурой вспышки не более 28°C , то его относят к категории А, при температуре вспышки более 28°C – к категории Б;
- если избыточное давление взрыва не превышает 5 кПа, то помещение относят к категориям В₁-В₄.

Вывод: результаты расчета избыточного давления взрыва позволили определить категорию помещения по пожаровзрывоопасности – повышенная взрывопожароопасность (А), т.к. давление взрыва более 5 кПа и температура вспышки бензина -37°C .

Задача 5 Расчет пылеотсасывающего устройства

Эффективность работы воздухозаборных устройств можно оценить по скорости воздухозабора (в плоскости всасывания или в расчетной точке) и полноте охвата факелом воздухозабора зоны выделения вредных веществ. Скорость воздухозабора должна быть не менее транспортной скорости перемещения смеси воздуха и пыли [34], которая определяется из соотношения:

$$V_{тр} \geq 2,5 * V_B, \quad (32)$$

где $V_{тр}$ – транспортная скорость перемещения смеси воздуха и пыли, м/с ,

V_B – скорость витания частиц пыли (в задаче принимается $V_B = 8 \text{ м/с}$).

Объем воздуха L_B , необходимого для транспортирования стружки в указанном устройстве, определяется исходя из образуемого количества стружки и удельного веса пылевоздушной смеси.

Площадь воздухозаборника определяется исходя из минимального объема воздуха, необходимого для транспортирования стружки $S = L_B / V_{тр}$, м^2 . Размеры (АхВ) воздухозаборника определяются по соотношению сторон 1:3.

При опасности превышения концентрации и предельно допустимых норм вредных веществ в рабочей зоне станки должны оснащаться средствами для улавливания и (или) отсасывания вредных веществ.

В целях исключения травм от стружки, образующейся при обработке металла резанием на заточных станках, устанавливаются пылеотсасывающие устройства. Конструкции этих устройств описаны в [5, 18].

Исходные данные. Обрабатываемый материал – чугун; количество пыли, отделяющейся от обрабатываемого изделия, – G_c , кг/ч (машинного времени).

Рассчитать объём воздуха L_B , необходимого для транспортирования стружки в указанном устройстве, площадь и размеры воздухозаборника. Исходные данные к решению задачи принять из таблицы 7.

Таблица 7 – Исходные данные к решению задачи

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество стружки, G_c , кг/ч	10	70	80	15	29	50	75	60	40	50
Размеры воздухозаборника, мм	100х50	80х120	90х140	60х80	70х90	80х80	90х70	70х70	60х90	50х150
Варианты	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Количество стружки, G_c , кг/ч	20	50	85	25	30	30	65	90	35	45
Размеры воздухозаборника, мм	40х150	70х120	80х110	70х150	70х120	80х130	50х180	40х150	50х160	60х120

Указания к решению задачи

Задача. Для безопасной работы заточного станка с количеством стружки $G_c = 20$ кг/ч определить объём воздуха L_B , необходимого для транспортирования металлической пыли.

1) Определить транспортную скорость перемещения смеси воздуха и пыли:

$$V_{тр} \geq 2,5 * 8 = 20 \text{ (м/сек)}.$$

2) Определить площадь воздухоприемника S:

$$S = A \times B = 0,05 * 0,11 = 0,055 \text{ (м}^2\text{)}.$$

3) Определить количество воздуха, необходимого для непрерывного удаления пыли:

$$L_B = V_{тр} \times S * 3600 = 20 * 0,055 * 3600 = 396 \text{ (м}^3\text{/час)}.$$

4) Составить эскиз и описать работу воздухозаборника, используя [5, 34].

Задача 6 Расчет виброизоляции

Исходные данные. Рассчитать виброизоляцию двигателя (исходные данные к решению задачи по вариантам принять по таблице 8) весом $P_1 = 100$ Н, с частотой вращения $f = 83 \text{ с}^{-1}$ (≈ 5000 об/мин), если вес фундамента P_2 в 4 раза больше веса электродвигателя P_1 ; фундамент изолирован от двигателя восемью прокладками из резины средней жесткости толщиной $h = 6$ см.

Таблица 8 – Исходные данные к решению задачи

№	Материал	Вес двигателя, <i>H</i>	Частота вращения, об/мин	Вес фундамента, <i>H</i>	Кол-во прокладок, шт.	Толщина прокладок, см
1	губчатая резина	500	6000	2000	8	6
2	мягкая резина	600	5500	2600	9	5
3	ребристая резиновая плита с отверстиями	700	5000	3000	8	4
4	ребристая резиновая плита с отверстиями	800	6000	3500	6	6
5	пробка натуральная	900	6000	3900	8	6
6	пробка натуральная	1000	5500	4400	6	7
7	пробка натуральная	1100	5000	4600	7	3
8	резина средней жесткости	1200	5500	5100	7	6
9	резина средней жесткости	1300	4500	5500	5	6
10	резина средней жесткости	1400	4000	5800	4	6
11	мягкая резина	550	5400	2200	5	4
12	пробка натуральная	650	6000	2800	8	5
13	пробка натуральная	750	5500	3000	9	4
14	пробка натуральная	850	5000	3400	5	7
15	ребристая резиновая плита с отверстиями	950	6000	3900	4	4
16	ребристая резиновая плита с отверстиями	1050	5500	4400	6	4
17	ребристая резиновая плита с отверстиями	1150	6000	4700	5	6
18	резина средней жесткости	1250	5000	5100	5	4
19	резина средней жесткости	1350	5500	5500	9	6
20	губчатая резина	1450	5500	5900	9	5

Решение

Зная частоту возмущающей силы $f = 83 \text{ Гц}$, определяем величину статической осадки $x_{ст}$ для прокладки из резины средней жесткости по соотношению из таблицы А.6 приложения А:

$$X_{ст} = 0,015 h = 0,015 * 6 = 0,09 \text{ см.} \quad (33)$$

Находим частоту собственных колебаний двигателя f по формуле:

$$f_0 = \frac{0,5}{\sqrt{x_{cm}}} = \frac{0,5}{\sqrt{0,09}} = 1,7 \text{ Гц.} \quad (34)$$

Определяем отношение частот возмущающей силы f и собственных коле-

баний f_0 :

$$\frac{f}{f_0} = \frac{83}{1,7} = 48,82.$$

Поскольку отношение частот $\frac{f}{f_0} > 4$, эффективность виброизоляции достаточна.

Определяем коэффициент передачи виброизоляции:

$$k_{\text{п}} = \frac{9 \cdot 10^6}{x_{\text{см}} n^2} = \frac{9 \cdot 10^6}{0,09 \cdot 5000^2} = 4\%. \quad (35)$$

Определяем площадь поверхности амортизаторов S_a :

$$S_a = \frac{10P}{\sigma} = \frac{10 \cdot 500}{30 \cdot 10^4} = 0,01667 \text{ м}^2 = 166,7 \text{ см}^2, \quad (36)$$

где $P = P_1 + P_2 = 100 + 400 = 500 \text{ Н}$ — общий вес двигателя и фундамента;
 $\sigma = 30 \cdot 10^4 \text{ Па}$ — нормальное напряжение в амортизаторе.

Определяем площадь одной прокладки $S_{\text{п}}$:

$$S_{\text{п}} = \frac{S_a}{8} = \frac{166,7}{8} \approx 20 \text{ см}^2. \quad (37)$$

Таким образом, размеры прокладки равны: $4 \times 5 \times 6 \text{ см}$.

Задача 7 Расчет вентиляции производственных помещений

При работе автомобилей с карбюраторным двигателем рассчитывается выброс CO , CH , NO_2 , Pb , и SO_2 , для автомобилей с дизельными двигателями — CO , CH , NO_2 , C и SO_2 . При работе карбюраторного двигателя на газе (газобаллонный автомобиль) отсутствуют в выбросах соединения свинца. В связи с переходом на неэтилированный бензин выбросы свинца также не учитывают при оценке загрязнения воздуха при работе автомобиля.

Расчет общеобменной вентиляции ведут по количеству вредных веществ в воздухе рабочей зоны, по выделениям влаги и по избыткам тепла.

Исходные данные. Определить объем воздуха, необходимого для осуществления общеобменной вентиляции испытательной станции, на которой производится регулировка и испытание бензиновых двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Одновременно на станции могут испытываться два двигателя с общей продолжительностью испытаний 1 ч. Продолжительность регулирования 0,25 ч. Максимальная мощность испытываемых и регулируемых двигателей 100 кВт (136 л.с.). Исходные данные для решения задачи приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Исходные данные к решению задачи

№ варианта	Количество испытываемых двигателей, шт.	Максимальная мощность двигателя, кВт.	Продолжительностью испытаний, час	Продолжительность регулирования, час	Прорыв газов при испытании, %	Прорыв газов при регулировании, %	Концентрация СО в приточном воздухе, доли ПДК
1	2	200	1	0,25	6	8	0
2	3	150	1,25	0,35	7	9	0,1
3	4	100	2	0,45	8	10	0,2
4	5	80	1	0,5	5	11	0,3
5	4	80	1	0,25	6	12	0,1
6	3	100	1,25	0,35	7	6	0,2
7	2	150	2	0,45	8	7	0,3
8	3	100	1	0,5	3	8	0
9	4	150	1,25	0,25	4	9	0,1
10	5	80	2	0,35	5	10	0,2
11	4	100	1	0,25	6	8	0,2
12	6	150	1,25	0,35	7	9	0,5
13	8	100	2	0,45	8	10	0,3
14	5	150	1	0,5	5	11	0,1
15	3	80	1	0,25	6	12	0,1
16	7	100	1,25	0,35	7	6	0
17	9	80	2	0,45	8	7	0,2
18	4	80	1	0,5	3	8	0,1
19	5	100	1,25	0,25	4	9	0,1
20	3	120	2	0,35	5	10	0

В связи с учебной задачей расчет вентиляции помещения проводим только по выделению одного вредного вещества оксида углерода (СО).

Решение

Удаление выхлопных газов, выделяемых в процессе регулирования и испытания ДВС, осуществляется с помощью местных отсосов, присоединяемых к выхлопным трубам двигателей. В процессе работы возможен прорыв газов в помещение через неплотности стыков шлангов и газоходов местных отсосов: при испытании около 5% и при регулировании ДВС около 10% от общего количества выхлопных газов.

Объем вентиляционного воздуха подсчитываем с учетом разбавления выделяющейся окиси углерода приточным воздухом до предельно допустимой концентрации ($C_{\text{ПДК}(\text{СО})} = 20 \text{ мг/м}^3$).

Количество окиси углерода, выделяемой при работе одного автомобильного двигателя:

$$G_{\text{СО}} = \beta * B * \rho / 100 \quad \text{кг/ч}, \quad (38)$$

где B – расход топлива, кг/ч;

β - количество выхлопных газов, образующихся при сгорании 1 кг топлива (для бензиновых двигателей $\beta \approx 15 \text{ кг/кг}$);

ρ - процентное содержание СО в выхлопных газах; в зависимости от характера работы двигателя:

при заводке, прогреве и регулировании ДВС 5%,
при испытаниях ДВС на стенде 3%.

Если расход топлива ДВС неизвестен, то его определяют по формуле:

$$V = \alpha * \kappa_a \sqrt{N}, \text{ кг/ч}, \quad (39)$$

где α - удельный расход топлива на 1 кВт мощности (для бензиновых ДВС $\alpha = 0,585 \text{ кг/ч}$); κ_a - коэффициент режима работы двигателя (при прогреве и регулировании двигателя $\kappa_a = 10$, при испытаниях двигателей $\kappa_a = 1,5$); N - мощность двигателя (100 кВт).

Учитывая, что в процессе *испытания двигателей* процентное содержание СО в выхлопных газах, попадающих в атмосферу производственного помещения, составляет $\rho = 3\%$ от общего количества выхлопных газов, определяют расход топлива и интенсивность выделения в помещение окиси углерода:

$$V = 0,586 * 1,5 \sqrt{100} = 8,775 \text{ кг/ч};$$

$$G_{\text{CO}} = 15 * 8,775 \frac{3}{100} * 0,05 = 0,197 \text{ кг/ч}.$$

Минимальный объем вентиляционного воздуха с учетом того, что в течение часа испытываются два двигателя, определяют по формуле:

$$L_{\text{об в}} = \frac{G_{\text{вр}}}{C_{\text{пдк}} - C_{\text{пр}}} = \frac{0,197 * 1000}{(0,3 - 0) * 3,6 * 10^3} * 2 = 3,65 \text{ м}^3/\text{с} \quad (13162 \text{ м}^3/\text{ч}), \quad (40)$$

где $G_{\text{вр}}$ - интенсивность выделения вредных веществ, мг/с,

$C_{\text{пр}}$ - концентрация вредных веществ в приточном воздухе мг/м³,

$C_{\text{пдк}}$ - предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе мг/м³ ($C_{\text{пр}} \leq 0,3 * C_{\text{пдк}}$).

Аналогично рассчитываем объем вентиляционного воздуха в *процессе регулирования двигателей*. При регулировании ДВС $\kappa_a = 1,0$, $\rho = 5\%$, $\tau = 0,25$ ч и доля выхлопных газов, попадающих в производственное помещение, составляет 10%, т.е.:

$$V^1 = 0,586 * 1,0 * \sqrt{100} = 5,85 \text{ кг/ч};$$

$$G_{\text{CO}} = 15 * 5,85 * \frac{5}{100} * 0,1 = 0,439 \text{ кг/ч};$$

$$L_{\text{об в}}^1 = \frac{0,439 * 1000 * 0,25}{3,6 * 10^3 * 0,03} * 2 = 2,03 \text{ м}^3/\text{с} \quad (7308 \text{ м}^3/\text{ч}).$$

Потребный воздухообмен составляет 3,65 м³/с (13162 м³/ч).

Задача 8 Оценка теплоощущений человека в зависимости от микроклимата в помещении

Исходные данные. Определить зависимость теплового баланса человека от определяющих метеорологических параметров воздуха (температуры воздуха, радиационной температуры, парциального давления водяных паров), тяжести выполняемых работ и термического сопротивления одежды. Исходные данные

для решения задачи приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Исходные данные к решению задачи

№ вариан-та	Вид деятельности человека	Темпе-ратура в помеще-нии, °С	Скорость воздуха в помещении, м/с	Тип одежды работающего
1	Состояние покоя	17	0,2	Теплая зимняя европейская одежда
2	Легкие работы I-а	18	0,3	Теплая традиционная европейская одежда
3	Легкие работы I-б	19	0,4	Деловой костюм
4	Средней тяжести II-а	20	0,5	Теплая зимняя европейская одежда
5	Средней тяжести II-б	21	0,6	Легкая летняя одежда
6	Тяжелые работы III	22	0,6	Легкая специальная одежда
7	Состояние покоя	23	0,5	Деловой костюм
8	Легкие работы I-а	24	0,4	Легкая специальная одежда
9	Легкие работы I-б	25	0,3	Легкая летняя одежда
10	Средней тяжести II-а	26	0,2	Легкая специальная одежда
11	Состояние покоя	24	0,3	Деловой костюм
12	Легкие работы I-а	22	0,5	Легкая летняя одежда
13	Легкие работы I-б	21	0,2	Легкая специальная одежда
14	Средней тяжести II-а	17	0,3	Теплая традиционная европейская одежда
15	Средней тяжести II-б	25	0,4	Легкая специальная одежда
16	Тяжелые работы III	16	0,2	Теплая зимняя европейская одежда
17	Состояние покоя	26	0,4	Шорты и рубашка
18	Легкие работы I-а	23	0,3	Легкая специальная одежда
19	Легкие работы I-б	20	0,4	Деловой костюм
20	Средней тяжести II-а	16	0,3	Теплая зимняя европейская одежда

Оценка теплоощущений человека при изменении микроклимата в помещении производится по методике уравнения теплового баланса человека, предложенной О. Фагнером [27]:

$$\Delta q = \frac{M}{F_T}(1-\eta) - q_d - q_{и} - q_{я,д} - q_{с,д} - q_k - q_p, \quad (41)$$

где Δq – избыточная (недостаточная) теплота человека, которая может быть либо положительной, либо отрицательной, т.е. тело человека либо накапливает теплоту, либо отдает больше, чем получает, Вт/м²;

M – метаболическая теплота (теплопродукция, энергозатраты) человека, величина которой зависит от тяжести выполняемых работ, Вт;

F_T – расчетная площадь поверхности взрослого человека, принимается равной 1,75 м²;

η – тепловой коэффициент потерь метаболической теплоты;

q_d – скрытая теплота диффузии пара через поры кожи, Вт/м²;

$q_{и}$ – скрытая теплота испарения с поверхности кожи вследствие потоотделения, Вт/м²;

$q_{я,д}$ – явная теплота, отдаваемая с выдыхаемым воздухом, Вт/м²;

$q_{с,д}$ – скрытая теплота, отдаваемая с выдыхаемым воздухом, Вт/м²;

q_k – теплоотдача конвекцией, Вт/м²;

q_p – теплоотдача излучением, Вт/м².

Энергозатраты человека зависят от тяжести выполняемых работ. Они могут быть определены по таблице А.7 приложения А.

а) расчет скрытой теплоты диффузии пара через поры кожи – q_d

Для определения теплоотдачи через кожу путем диффузии используется формула Дальтона

$$q_d = r \cdot m \cdot (P_T - P_B), \quad (42)$$

где r – теплота испарения влаги при температуре тела 35°C принимается равной $2,4 \cdot 10^3$ Дж/кг;

m – постоянная кожи при тепловом комфорте, равная $2,26 \cdot 10^{-9}$ кг/(с·м²·кПа);

P_B – парциальное давление водяных паров в воздухе, кПа, которое может быть принято 2,2-2,3 кПа.

Для определения парциального давления водяных паров, кПа, при влаговыделениях через поры используют эмпирическую формулу Банхиди

$$P_T = 14,4 \cdot t_T - 190, \quad (43)$$

где t_T – средняя температура тела человека, °С, которая определяется по формуле О. Фангера:

$$t_T = 35,7 - 0,032 \cdot \frac{M}{F_T}(1-\eta). \quad (44)$$

Подставляя вышеприведенные уравнения (42, 43) в уравнения (41), получим

$$q_d = 5,42 \cdot 10^{-3} \left(324 - 0,461 \frac{M}{F_T}(1-\eta) - P_B \right) \quad (45)$$

б) расчет скрытой теплоты испарения с поверхности кожи вследствие потоотделения – $q_{и}$

Теплоту, отдаваемую испарением с поверхности кожи, определяют по эмпирической формуле О. Фангера:

$$q_{и} = 0,49 \left[\frac{M}{F_T}(1-\eta) - 50 \right]. \quad (46)$$

в) расчет скрытой теплоты, отдаваемой с выдыхаемым воздухом – $q_{с.д.}$

Скрытая теплота, отдаваемая человеком с выдыхаемым воздухом:

$$q_{с.д.} = r \cdot V_{в.в} (d_{в.в} - d_{в}), \quad (47)$$

где $V_{в.в}$ – количество выдыхаемого воздуха, кг/с м², которое может быть найдено по эмпирической формуле

$$V_{в.в} = 0,166 \cdot 10^{-5} \frac{M}{F_T}. \quad (48)$$

Разность влагосодержания выдыхаемого $d_{в.в}$ и вдыхаемого $d_{в}$ воздуха (кг влаги /кг сухого воздуха) может быть найдена по эмпирической зависимости Тейлора

$$d_{в.в} - d_{в} = 0,029 - 0,00492 \cdot P_{в}, \quad (49)$$

где $P_{в}$ – барометрическое давление, допускается принять для нормальных условий.

С учетом приведенных зависимостей скрытая теплота, отдаваемая при дыхании, определяется из выражения:

$$q_{с.д.} = 0,0196 \frac{M}{F_T} \cdot (5,9 - P_{в}). \quad (50)$$

г) расчет явной теплоты, отдаваемой с выдыхаемым воздухом – $q_{я.д.}$

Явная теплота, отдаваемая человеком с выдыхаемым воздухом:

$$q_{я.д.} = c_p \cdot V_{в.в} \cdot (t_{в.в} - t_{в}), \quad (51)$$

где c_p – теплоемкость воздуха принимается равной $1 \cdot 10^3$ кДж/(кг·°С);

$t_{в.в}$ – температура выдыхаемого воздуха ($t_{в.в} = 34^\circ\text{C}$).

Подставляя значения c_p и $t_{в.в}$ в формулу 11, получаем, что явная теплота, отдаваемая человеком с выдыхаемым воздухом определяется по формуле:

$$q_{я.д.} = 0,0017 \frac{M}{F_T} (34 - t_{в}) \quad (52)$$

д) расчет теплоотдачи радиацией – q_p

Расчет теплоотдачи радиацией производится по формуле Стефана – Больцмана

$$q_p = \varepsilon \cdot \sigma \left[\left(\frac{T_{од}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_r}{100} \right)^4 \right] = 4,0 \left[\left(\frac{T_{од}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_r}{100} \right)^4 \right], \quad (53)$$

где σ - постоянная Стефана – Больцмана, величина которой равна $5,67$ Вт/(м²·К⁴);

ε - излучающая способность одетого человека, равная $0,7$;

$T_{од}$ – температура поверхности одежды, К;

$$T_{од} = 35,7 - 0,032 \frac{M}{F_T} (1 - \eta) + 273, \quad (54)$$

T_r – радиационная температура в рассматриваемой точке помещения, К:

$$T_r = t_{в} + 273. \quad (55)$$

е) расчет теплоотдачи конвекцией – q_k

$$q_k = f_{од} \cdot \alpha (t_{од} - t_{в}). \quad (56)$$

Для расчета коэффициента теплоперехода при свободной конвекции используют приближенную формулу:

$$\alpha = 2,4 \cdot (t_{\text{од}} - t_{\text{в}})^{0,25}. \quad (57)$$

Для вынужденной конвекции:

$$\alpha = 3,75 + 3,05 \cdot \omega, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad (58)$$

где ω - расчетная подвижность воздуха в рабочей зоне помещения, м/с.

Термическое сопротивление $R_{\text{од}}$ и значения коэффициента $f_{\text{од}}$ для различных типов одежды приведены в таблице А.8 приложения А. Принято термическое сопротивление одежды измерять в «clo» ($1 \text{ clo} = 0,155(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$).

Температура на поверхности одежды определяется для стационарных условий теплообмена из условия равенства теплоотдачи тела человека q_0 , количеству теплоты, проходящей через одежду, т.е.

$$q_0 = \frac{t_{\text{т}} - t_{\text{од}}}{R_{\text{од}}}. \quad (59)$$

Отсюда $t_{\text{од}} = t_{\text{т}} - R_{\text{од}} \cdot q_0$. (60)

Как показано выше, для определения температуры тела человека может быть использована формула О. Фангера, т.е.

$$t_{\text{од}} = 35,7 - 0,032 \cdot \frac{M}{F_{\text{T}}} (1 - \eta). \quad (61)$$

Подставив приведенные выше уравнения в исходное (Δq), находим зависимость теплового баланса человека от определяющих метеорологических параметров воздуха (температуры воздуха, радиационной температуры, парциального давления водяных паров), тяжести выполняемых работ и термического сопротивления одежды:

$$\begin{aligned} \Delta q = & \frac{M}{F_{\text{T}}} (1 - \eta) - 5,42 \cdot 10^{-3} \left[324 - 0,461 \frac{M}{F_{\text{T}}} (1 - \eta) - P_{\text{в}} \right] - 0,49 \left[\frac{M}{F_{\text{T}}} (1 - \eta) - 50 \right] - \\ & - 0,0196 \frac{M}{F_{\text{T}}} (5,9 - P_{\text{в}}) - 0,0017 \frac{M}{F_{\text{T}}} (34 - t_{\text{в}}) - 4,0 \left[\left(\frac{t_{\text{од}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{\text{т}}}{100} \right)^4 \right] - f_{\text{од}} \cdot \alpha \cdot (t_{\text{од}} - t_{\text{в}}) \end{aligned} \quad (62)$$

Для расчета S (аналог PMV) предложена следующая формула:

$$S = \left[0,037 + 0,41 \exp \left(-0,049 \frac{M}{F_{\text{T}}} \right) \right] \Delta q. \quad (63)$$

Для оценки теплоощущений человека по формуле О. Фангера используют ранговые оценки (PMV – ожидаемые значения теплоощущений таблица 10).

Таблица 11 - Ожидаемые значения теплоощущений

Теплоощущения	S	Теплоощущения	S
Холодно	-3	Слегка тепло	+1
Прохладно	-2	Тепло	+2
Слегка прохладно	-1	Жарко	+3
Комфортно	0		

Сделать вывод о параметрах микроклимата на исследуемом рабочем месте производственных помещений (таблица А.3 приложения А) для данного вида деятельности человека.

Приложение А

Таблица А.1 – Допустимые сопротивления заземляющего устройства в электроустановках до и выше 1000 В

Наибольшие допустимые значения R_3 , Ом	Характеристика электроустановок
$R_3 \leq 0,5$	Для электроустановок напряжением выше 1000 В и расчетным током замыкания на землю $I_3 > 500$ А
$R_3 = 250 / I_3 \leq 10$	Для электроустановок напряжением выше 1000 В и расчетным током замыкания на землю $I_3 < 500$ А
$R_3 = 125 / I_3 \leq 10$	При условии, что заземляющее устройство является общим для электроустановок напряжением до и выше 1000 В и расчетном токе замыкания на землю $I_3 < 500$ А
$R_3 \leq 2$	В электроустановках напряжением 660/380 В
$R_3 \leq 4$	В электроустановках напряжением 380/220 В
$R_3 \leq 8$	В электроустановках напряжением 220/127 В

Примечание: Для электроустановок напряжением до 1000 В значения R_3 даны при условии, что удельное сопротивление грунта $\rho \leq 100$ Ом·м. При удельном сопротивлении фунта $\rho > 100$ Ом·м разрешается увеличивать указанные величины в $K = \rho / 100$, но не более чем в 10 раз.

Таблица А.2 – Приближенные значения удельных сопротивлений грунтов

Грунт	Удельное сопротивление ρ , Ом·м	Грунт	Удельное сопротивление ρ , Ом·м
Глина	40	Известняк, крупный песок с валунами	1000-2000
Суглинок	100		
Песок	700	Скала, валуны	2000-4000
Супесь	300	Садовая земля	40

Таблица А.3 – Коэффициенты использования электродов заземлителя

a/l	Коэффициенты использования вертикальных электродов η_v , размещенных по контуру, при числе электродов в контуре:							
	2	4	6	10	20	40	60	100
1	-	0,69	0,61	0,56	0,47	0,41	0,39	0,36
2	-	0,78	0,73	0,68	0,63	0,58	0,55	0,52
3	-	0,85	0,80	0,76	0,71	0,66	0,64	0,62
a/l	Коэффициенты использования горизонтального электрода η_z , соединяющего вертикальные электроды, размещенные по контуру, при числе вертикальных электродов в контуре:							
	2	4	6	10	20	40	60	100
1	-	0,450	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	-	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	-	0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

Примечания: 1) a/l – отношение расстояний между вертикальными электрода-

ми к их длине,

2) коэффициенты использования электродов заземлителя получили ещё название коэффициентов взаимного экранирования.

Таблица А.4 – Приближенные значения расчетных полных сопротивлений Z_T , Ом обмоток масляных трехфазных трансформаторов

Мощность трансформатора, кВА	Номинальное напряжение обмоток высшего напряжения, кВ	Z_T , Ом, при схеме соединения обмоток		Мощность трансформатора, кВА	Номинальное напряжение обмоток высшего напряжения, кВ	Z_T , Ом, при схеме соединения обмоток	
		Y/Y _H	$\Delta / Y_{H}, Y/Z_H$			Y/Y _H	$\Delta / Y_{H}, Y/Z_H$
25	6-10	3,11	0,906	400	6-10	0,195	0,056
40	6-10	1,949	0,562		20-35	0,191	-
63	6-10	1,237	0,36	630	6-10	0,129	0,042
	20-35	1,136	0,407		20-35	0,121	-
100	6-10	0,799	0,266	1000	6-10	0,081	0,027
	20-35	0,764	0,327		20-35	0,077	0,032
160	6-10	0,487	0,141	1600	6-10	0,054	0,017
	20-35	0,487	0,203		20-35	0,051	0,020
250	6-10	0,312	0,090				
	20-35	0,305	0,130				

Таблица А.5 – Активные r_ω и внутренние индуктивные x_ω сопротивления стальных проводников при переменном токе (50Гц), Ом/км

Размеры или диаметр сечения, мм	Сечение, мм ²	r_ω	x_ω	r_ω	x_ω	r_ω	x_ω	r_ω	x_ω
		при ожидаемой плотности тока в проводнике, А/мм ²							
		0,5		1,0		1,5		2,0	
1	2	3		4		5		6	
Полоса прямоугольного сечения									
20x4	80	5,24	3,14	4,20	2,52	3,48	2,09	2,97	1,78
30x4	120	3,66	2,20	2,91	1,75	2,38	1,43	2,04	1,22
30x5	150	3,38	2,03	2,56	1,54	2,08	1,25	-	-
40x4	160	2,80	1,68	2,24	1,34	1,81	1,09	1,54	0,92
50x4	200	2,28	1,37	1,79	1,07	1,45	0,87	1,24	0,74
50x5	250	2,10	1,26	1,60	0,96	1,28	0,77	-	-
60x5	300	1,77	1,06	1,34	0,80	1,08	0,65	-	-
Проводник круглого сечения									
5	19,63	17,0	10,2	14,4	8,65	12,4	7,45	10,7	6,4
6	28,27	13,7	8,2	11,2	6,70	9,4	5,65	8,0	4,8
8	50,27	9,60	5,75	7,5	4,50	6,4	3,84	5,3	3,2

Продолжение таблицы А.5

1	2	3		4		5		6	
10	78,54	7,20	4,32	5,4	3,24	4,2	2,52	-	-
12	113,1	5,60	3,36	4,0	2,40	-	-	-	-
14	150,9	4,55	2,73	3,2	1,92	-	-	-	-
16	201,1	3,72	2,23	2,7	1,60	-	-	-	-

Таблица А.6 – Допустимое напряжение σ , модуль упругости E и допустимая величина статической осадки $x_{ст}$ для различных материалов

Материалы	σ , Па	E , Па	$\frac{E}{\sigma}$	$x_{ст}$, см
Губчатая резина	2,94	294	100	0,01 h
Мягкая резина	7,84	490	63	0,016 h
Ребристая резиновая плита с отверстиями	7,84-9,81	392,4—294,0	50	0,02 h
Резина средней жесткости	29,43-39,24	1952-2452,5	64	(0,015-0,016) h
Пробка натуральная	14,71-19,62	294-392,4	20	0,05 h
Плита из пробковой крошки	5,48-9,81	588,6	60-100	(0,010-0,017) h
Войлок мягкий	1,96-2,94	196,2	65-100	(0,010-0,015) h
Войлок жесткий прессованный	13,83	882,9	64	0,0155 h

Таблица А.7 – Теплопродукция (энергозатраты) человека

Вид деятельности		М/Ф _Т , Вт/м ²	η
Состояние покоя		40 – 60	0
Легкие работы	I – а	50 – 80	0
	II – б	80 – 100	0
Средней тяжести	II – а	100 – 130	0 – 0,05
	II – б	130 – 167	0 – 0,1
Тяжелые работы	III	167 – 300	0,1 – 0,2

Таблица А.8 – Значения $R_{од}$ и $f_{од}$ для различных типов одежды

Тип одежды	$R_{од}$, (м ² *К)/Вт	$f_{од}$
Шорты и рубашка	0,0155	1,5
Легкая летняя одежда	0,0775	1,1
Легкая специальная одежда	0,093	1,1
Деловой костюм	0,124 – 0,14	1,15
Деловой костюм и хлопчатобумажный плащ	0,155 – 0,2	1,15
Теплая традиционная европейская одежда	0,23	1,15 – 1,2
Теплая зимняя европейская одежда	0,23 – 0,31	1,15 – 1,2
Теплая зимняя одежда в холодных районах	0,465 – 0,62	1,3 – 1,5

Таблица А.9 – Расчетные параметры воздуха на постоянных и непостоянных рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ	Оптимальные нормы			Допустимые нормы					
		температура, °С	скорость движения, м/с	относительная влажность, %	Температура, °С			Скор. движ. возд., м/с, не более	Относит. влажность воздуха, %, не более	
					на всех рабочих местах	на пост. рабочих местах	на непост. рабочих местах			на постоянных и непостоянных рабочих местах
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Теплый	Легкая I-а II-б	23-25 22-24	0,1 0,2	40 – 60	На 4°С выше расчетной температуры наружного воздуха (А)	28/31 28/31	30/32 30/32	0,2 0,3	75	
	Ср.тяж. II-а II-б	21-23 20-22	0,3 0,3			27/30 27/30	29/31 29/31	0,4 0,5		
	Тяжелая III	18-20	0,4			26/29	28/30	0,6		
Холодный и переходный периоды	Легкая I-а II-б	22-24 21-23	0,1 0,1	40 – 60	-	21-25 20-24	18-26 17-25	0,1 0,2	75	
	Ср.тяж. II-а II-б	18-20 17-19	0,2 0,2			17-23 15-24	15-24 13-23	0,3 0,4		
	Тяжелая III	16-18	0,3			13-19	12-20	0,5		

Микуров Алексей Иванович

Кривобокова Вера Александровна

Белякин Сергей Константинович

Евтушенко Наталья Георгиевна

Попадчук Светлана Борисовна

Безопасность жизнедеятельности

Программа, методические указания и контрольные задания
для студентов заочной формы обучения специальностей и направлений
080502.65, 140211.65, 150202.65, 151001.65, 190201.65, 190202.65,
190601.65, 190603.65, 190701.65, 190702.65, 200503.65, 220301.65, 220601.65,
230105.65, 260601.65, 280101.65

Редактор А.С. Мокина

Подписано в печать	Формат 60*84 1/16	Бумага тип. №1
Печать трафаретная	Усл. печ. л. 2,75	Уч. изд. л. 2,75
Заказ	Тираж 100	Цена свободная

Редакционно - издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.