

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
“ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”

КАФЕДРА «ОХРАНЫ ТРУДА И АЭРОЛОГИИ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**для проведения практических (семинарских) занятий по дисциплине базовой части учебного плана по выбору вуза
"Основы охраны труда"**

для обучающихся уровня профессионального образования "бакалавр" по направлениям подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника всех форм обучения

РАССМОТРЕНО
на заседании кафедры
охраны труда и аэрологии
Протокол № 1 от 27 августа 2020 г

УТВЕРЖДЕНО
на заседании Учебно-издательского
совета ДОННТУ
Протокол № 8 от 15 декабря 2020 г.

Донецк
2020

УДК 331.45:621.31(076)

ББК 65.247:31.2я73

М54

Рецензенты:

Коломиец Валерий Сергеевич – кандидат технических наук, профессор кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ»;
Москвина Ирина Игоревна – кандидат технических наук, доцент кафедры охраны труда и аэрологии ГОУВПО «ДОННТУ».

Составители:

Бутузов Геннадий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры охраны труда и аэрологии ГОУВПО «ДОННТУ»;
Овсянников Владимир Павлович – кандидат технических наук, доцент кафедры охраны труда и аэрологии ГОУВПО «ДОННТУ».

М54 **Методические рекомендации для проведения практических (семинарских) занятий по дисциплине базовой части учебного плана по выбору вуза "Основы охраны труда"** [Электронный ресурс]: для обучающихся уровня профессионального образования "бакалавр" по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. охраны труда и аэрологии; сост. Г.Н. Бутузов, В.П. Овсянников. – Электрон. дан. (1 файл: 1 515 017 б). – Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: ZIP-архиватор.

Методические рекомендации для проведения практических (семинарских) занятий обучающихся разработаны с целью оказания помощи обучающимся в усвоении теоретического материала и получении практических навыков по дисциплине «Основы охраны труда». Содержит задания для проведения семинаров и решения практических задач по курсу. Цель дисциплины – получение теоретических знаний и практических навыков по принятию действий направленных на решение вопросов охраны труда на предприятии, выполнение комплексных мер по оценке деятельности предприятия и осуществлению мероприятий по повышению безопасности хозяйственной деятельности на уровне предприятий.

УДК 331.45:621.31(076)

ББК 65.247:31.2я73

Содержание

Объект, цель и задачи освоения дисциплины.....	5
Программа курса	6
Правовые и организационные вопросы по охране труда и анализ условий труда.....	6
Основы производственной санитарии	9
Электробезопасность	14
Пожарная безопасность.....	15
Рекомендации по подготовке к практическим (семинарским) занятиям.....	16
Требования к качеству подготовки студентов к практическим (семинарским) занятиям.....	17
Рекомендации по подготовке доклада.....	17
Практическое (семинарское) занятие №1 Определение требуемого воздухообмена в помещении по вредным веществам.....	17
Практическое (семинарское) занятие №2 Определение необходимого воздухообмена.....	19
Практическое (семинарское) занятие №3 Расчёт воздухообмена по избыткам тепла.....	20
Практическое (семинарское) занятие №4 Определение уровня шума, создаваемого вентиляторами.....	22
Практическое (семинарское) занятие №5 Расчёт допустимого времени работ при электромагнитном излучении.....	23
Практическое (семинарское) занятие №6 Расчёт минимального расстояния до источника ЭМИ.....	25
Практическое (семинарское) занятие №7 Расчёт экрана для защиты от ЭМИ.....	27
Практическое (семинарское) занятие №8 Определение расстояния, на котором не требуется экранирования от ЭМИ.....	29
Практическое (семинарское) занятие №9 Расчёт молниеотвода.....	30
Практическое (семинарское) занятие №10 Защита от разрядов статического электричества.....	32
Список литературы.....	34
Приложения.....	35
1. Минимальный расход наружного воздуха для помещений.....	35
2. Тепловыделения и влаговыделения от 1 взрослого человека.....	36
3. Предельно допустимые уровни напряжённости электрической составляющей импульсных электромагнитных полей радиочастотного диапазона.....	37
4. Основные характеристики электротермических установок для индукционного и диэлектрического нагрева.....	37
5. Предельно допустимые уровни электромагнитного поля непрерывного излучения для населения.....	38
6. Предельно допустимые уровни плотности потока энергии электромагнитного поля радиочастотного диапазона.....	38
7. Типы зон и категории устройств молниезащиты зданий и сооружений	38

8.	Расчётные формулы для определения параметров молниеотводов высотой до 150 м.....	40
9.	Типовые конструкции заземлителей молниезащиты и их сопротивление растеканию тока промышленной частоты.....	43

Объект, цель и задачи освоения дисциплины

Курс “Основы охраны труда” является социально-экономической и технической дисциплиной, использующей основные достижения современной науки и техники, теории и практики таких общетехнических и социальных дисциплин, как “Гигиена и физиология труда”, “Инженерная психология”, “Экономика”, “Техническая эстетика”.

Курс “Основы охраны труда” состоит из 4-х разделов:

1. Правовые и организационные вопросы охраны труда.
2. Основы физиологии, гигиены труда и производственной санитарии.
3. Основы техники безопасности.
4. Пожарная безопасность.

Целью изучения курса “Основы охраны труда” является подготовка специалиста, который в своей практической деятельности смог бы так, организовывать труд и управлять предприятием, чтобы исключить несчастные случаи и профессиональные заболевания.

Производственная санитария и гигиена труда изучает воздействие трудового процесса и окружающей среды на организм работающих с целью разработки санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на создание наиболее благоприятных условий труда, обеспечение здоровья и высокого уровня трудоспособности работающих. Основными вопросами санитарно-гигиенического направления являются:

- оздоровление воздушной среды и нормализация параметров микроклимата;
- обеспечение здоровых зрительных условий труда; защита от вредного действия производственных вибраций, шума, ультразвука; защита от вредного воздействия электромагнитных полей и ионизирующих излучений.

Кроме того, к этому направлению относятся также вопросы санитарного благоустройства на территории промышленных предприятий, производственных зданий и помещений, личной гигиены работающих и др.

Безопасность трудового процесса определяется решением вопросов электробезопасности, соблюдением правил изготовления и эксплуатации сосудов под давлением, исключением тяжелых и вредных для здоровья условий труда.

Основными вопросами, относящимися к пожарной безопасности, являются: рациональное проектирование, строительство и эксплуатация предприятий с учетом противопожарных мероприятий; правильный выбор эффективных огнегасящих веществ; правильный выбор тактики и средств пожаротушения.

Дисциплина “Основы охраны труда” неразрывно связана с другими общетехническими и специальными дисциплинами и имеет важное теоретическое и практическое значение.

ПРОГРАММА КУРСА

Содержание и задачи курса “Основы охраны труда”. Связь курса “Охрана труда” с профилирующими дисциплинами. Основные пути решения проблем охраны труда на производстве. Научно-методические принципы построения курса “Основы охраны труда”.

1 Правовые и организационные вопросы по охране труда и анализ условий труда

1.1 Основы законодательства по охране труда

Отражение вопросов охраны труда в основных законодательных документах: основах законодательства республики о труде, кодексах законов о труде; основах законодательства о здравоохранении. Стандарты, нормы и правила по охране труда. Отраслевые правила и инструкции по охране труда.

Государственный надзор за соблюдением законов, стандартов, норм и правил по охране труда.

Методические указания

Студентам необходимо ознакомиться с основными законодательными документами, основами законодательства республики о труде. Усвоить вопросы охраны труда, изложенные в единых стандартах, нормах и правилах, а также в отраслевых правилах и инструкциях. Необходимо изучить основные положения ССБТ (Система стандартов безопасности труда). Следует усвоить структуру органов государственного надзора за выполнением законодательства по охране труда, а также права технических инспекторов профсоюзов и их обязанности.

Вопросы для самопроверки

1. В каких основных законодательных документах рассматриваются вопросы охраны труда?
2. Что собой представляет система стандартов безопасности труда (ССБТ)?
3. Какие единые нормы и правила существует по охране труда?
4. Каковы права и обязанности технических инспекторов советов профсоюзов?

1.2. Анализ опасных и вредных факторов

Понятие об опасных и вредных производственных факторах, воздействующих на организм. Природа воздействия опасных и вредных производственных факторов в соответствии с принятой классификацией ГОСТ 12.0.003-74, “ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация”. Причины возникновения несчастных случаев, профессиональных заболеваний и отравлений.

Расследование несчастных случаев на производстве. Учет и регистрация. Устранение причин несчастных случаев. Организационные, технические и санитарно-гигиенические мероприятия.

Методические указания

В данной теме необходимо рассмотреть несчастные случаи: травмы, острые отравления, а также профессиональные заболевания. Проводится анализ их причины в производственных условиях, а также устранение этих причин. Необходимо усвоить методы расследования несчастных случаев. Студенты должны обратить внимание на то, что на безопасность труда влияют и оптимальные условия труда: организация труда, психологические и физиологические условия.

Вопросы для самопроверки

1. Как организуется расследование и учет несчастных случаев на производстве, а также профессиональные заболевания?
2. Изложите понятие об опасных зонах и безопасности обслуживания оборудования.
3. Какие существуют методы изучения несчастных случаев на производстве?
4. Каково влияние психологических и физиологических факторов на условия труда?

1.3 Организация работы по охране труда

Отраслевые положения об организации работ по охране труда в министерствах, объединениях и на предприятиях. Отдел (бюро) охраны труда на предприятиях, его задачи и функции. Задачи и ответственности в области охраны труда руководителей и административно-технического персонала предприятий.

Повышение знаний по охране труда. Инструктирование: вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте. Письменное инструктирование: инструкции, плакаты, надписи и др. Обучение рабочих, служащих и инженерно-технических работников. Прием экзаменов. Аттестация и допуск к работе. Массово-разъяснительная работа. Лекции, беседы, выставки, экскурсии в музей охраны труда, просмотр кинофильмов, стенная газета и др. Общественные смотры, совещания по охране труда. Кабинеты по охране труда.

Перспективное и текущее планирование и финансирование мероприятий по охране труда. Комплексные планы, улучшение условий и охраны труда, а также санитарно-оздоровительных мероприятий. Коллективные договоры и соглашения по охране труда.

Общественный контроль по охране труда на предприятии. Комиссии по охране труда. Общественные инспекторы по охране труда.

Отраслевая система административно-общественного контроля.

Ответственность администрации и общественных организаций за нарушение законов, стандартов, норм и правил по охране труда. Ответственность работающих за нарушение правил и инструкций по охране труда на предприятиях.

Экономическое стимулирование охраны труда. Порядок льготного налогообложения средств, направленных на мероприятия по охране труда /ст.29/. Применение штрафных санкций к предприятиям, организациям и учреждениям /ст.31/. Возмещение ущерба в случае ликвидации предприятия /ст.32/. Штрафные санкции, выплаты, осуществляемые предприятием в случае неудовлетворительной работы по охране труда, наличии фактов травмирования работников и профзаболеваний. Расходы на льготы и компенсации, предусмотренные действующим законодательством и коллективными договорами, за тяжелые и вредные условия труда. Создание специальных фондов охраны труда, внедрение льготного налогообложения на мероприятия по охране труда.

Методические указания

Нужно хорошо уяснить, что организация службы охраны труда имеет очень важное значение как на предприятиях, так и в вышестоящих организациях. Особенно надо хорошо знать организацию службы охраны труда на предприятии. В связи с этим студентам рекомендуется ознакомиться со службой охраны труда на производстве, где они работает, изучить специфику этой службы и принять в ней участие на общественных началах.

Следует помнить, что правильная организация охраны труда (ответственность административно-технического персонала в области охраны труда, планирование и финансирование номенклатурных мероприятий по охране труда, общественный контроль за состоянием охраны труда на участках работ) способствует уменьшению несчастных случаев и профзаболеваний на производстве. Ответственность за нарушение законов, норм и правил по охране труда несет не только администрация, но и работающие на предприятии и отдельных участках производства.

Вопросы для самопроверки

1. Какова структура охраны труда на предприятии и в вышестоящей организации вашей промышленности?
2. Каковы задачи отдела (бюро, инженера) охраны труда на предприятии?
3. Какие существуют методы и формы обучения и повышения квалификации работающих на предприятии по охране труда?
4. В чем заключается пропаганда охраны труда на предприятии.
5. Как проводится планирование и финансирование номенклатурных мероприятий по охране труда?
6. Каким образом осуществляется контроль (общественный и административный) по охране труда на предприятии?
7. Какова ответственность администрации, общественных организаций, а также работающих за нарушение требований охраны труда?
8. Какова роль кабинета по технике безопасности на предприятии?

1.4. Государственное социальное страхование от несчастного случая и профессионального заболевания

Задачи страхования от несчастного случая и профессионального заболевания. Фонд социального страхования от несчастных случаев. Социальные услуги и выплаты (объем возмещения ущерба, причиненного работнику вследствие повреждения его здоровья или в случае его смерти; пособие в связи с временной нетрудоспособностью до восстановления трудоспособности или смерти потерпевшего; пенсия по инвалидности; пенсия в связи с потерей кормильца). Создание условий для своевременного оказания квалифицированной помощи потерпевшему, диагностика профессионального заболевания.

Методические указания

Очень важно усвоить услуги и выплаты, которые должны быть возмещены за ущерб, причиненный работнику вследствие повреждения его здоровья или в случае его смерти. Особое внимание обратить на финансирование Фонда социального страхования от несчастных случаев.

Вопросы для самопроверки

1. Экономический механизм и организационная структура страхования от несчастного случая.
2. Задачи страхования от несчастного случая.
3. Какие социальные услуги и выплаты должны быть возмещены работнику вследствие повреждения его здоровья или в случае его смерти?
4. Денежные суммы за моральный ущерб при наличии факта причинения этого ущерба потерпевшему.
5. Финансирование Фонда социального страхования от несчастных случаев.

2. Основы производственной санитарии

2.1 Оздоровление воздушной среды

Микроклимат в производственных помещениях. Гигиенические условия труда. Борьба с избыточным теплом и влагой. Термоизоляция, защитные экраны, водяные завесы.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Методика определения загазованности и запыленности.

Борьба с вредными веществами, выделяемыми при ведении технологических процессов. Вентиляция в производственных помещениях. Значение вентиляции как естественной, так и искусственной в оздоровлении воздушной среды. Общеобменная и местная искусственная, вентиляция. Основы расчета системы вентиляции. Очистка, подогрев и кондиционирование воздуха. Аппараты для очистки приточного и вытяжного воздуха. Устройство кондиционеров.

Методические указания

Перед изучением основных параметров микроклимата необходимо рассмотреть физическую сущность теплового баланса с окружающей средой и терморегуляции человеческого организма.

При изучении нормирования параметров микроклимата необходимо рассмотреть, как оптимальные, так и допустимые микроклиматические условия в зависимости от тяжести выполняемой работы и периодов года. Следовательно, необходимо уяснить зависимость параметров микроклимата (температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха и облученности) от внешних климатических условий, характера технологического процесса и интенсивности производственного труда. Очень важно усвоить методы исследования и контроля параметров микроклимата. Особое внимание обратить на изучение характера воздействия токсичных веществ на организм человека, классы опасности вредных веществ, понятие предельно допустимых концентраций веществ (ПДК).

При рассмотрении мероприятий по оптимизации параметров микроклимата и состава воздуха рабочей зоны в первую очередь изучить вопросы определения надлежащего воздухообмена, а также принципы устройства вентиляционных систем и очистки выбрасываемого воздуха от вредных газов и пыли.

При оздоровлении воздушной среды в производственных помещениях первоочередную роль играет общеобменная вентиляция, а также обработка приточного воздуха: очистка от загрязнений, увлажнение, подогрев и др.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое терморегуляция?
2. Каково действие на организм человека паров, газов и пыли, выделяющихся в производственных условиях?
3. В чем отличие острых отравлений от профессиональных заболеваний?
4. Как классифицируются вещества по характеру воздействия их на организм человека?
5. Исходя из чего нормируются предельно допустимые концентрации паров газов и пыли, выделяющихся при выполнении технологических процессов?
6. Какие мероприятия проводятся по борьбе с избыточным теплом и влагой в рабочих помещениях?
7. Какова роль и назначение вентиляции в производственных помещениях?
8. Типы вентиляционных систем?
9. В чем заключается принцип действия аэрации?

10. Объяснить принцип действия кондиционера?

2.2 Защита от постоянных электрических и магнитных полей и полей промышленной частоты

Изучение этой темы необходимо начать с изучения физических свойств электрических и магнитных полей, их воздействия на организм человека.

Предельно допустимые напряженности электрических и магнитных полей на рабочем месте. Применение средств защиты в зависимости от характера и местонахождения источников полей и условий облучения:

защита временем, защита расстоянием, выбор оптимальных геометрических параметров установок, стационарные и переносные экранирующие устройства, специальные средства индивидуальной защиты. Защита от воздействия электромагнитных излучений и электростатических полей.

Методические указания

При изучении данной темы необходимо учитывать то, что электромагнитные поля промышленной частоты сверхвысоких напряжений неблагоприятно воздействует на организм человека. Применение средств защиты, в зависимости от характера и местонахождения источников полей и условий облучения (защита временем, расстоянием, выбор оптимальных геометрических параметров установок, экранирующих устройств) необходимо учитывать в случае, если напряженность поля превышает допустимые значения или продолжительность пребывания человека в электрическом поле не соответствует допустимым значениям.

Вопросы для самопроверки

1. В каких электро-радиотехнических устройствах, установках, приборах процессы протекают с образованием электромагнитных полей постоянного и переменного действия?
2. Как нормируются электромагнитные поля для обеспечения безвредности производственного труда?
3. Какие существуют наиболее эффективные средства общей защиты от электромагнитных излучений?
4. Как рассчитать толщину защитного экрана от электромагнитных излучений и эффективность его действия?

2.3. Защита от ионизирующих излучений

Взаимодействие со средой и проникающая способность ионизирующих излучений. Природа возникновения рентгеновских излучений. Биологическое действие и принцип нормирования ионизирующих излучений. Профилактические мероприятия. Санитарные требования к производственным помещениям при работе с радиоактивными веществами и рентгеновскими установками. Защитные средства и спецодежда.

Защита от ионизирующих излучений. Защитные камеры, боксы и экраны. Защита временем. Защита расстоянием. Материалы, применяемые в качестве защиты. Расчет экранирующих устройств. Меры безопасности при обслуживании установок, работа которых сопровождается рентгеновским излучением и γ - излучением. Организационные мероприятия. Режим труда и отдыха. Индивидуальные средства защиты.

Методические указания

При распаде радиоактивных веществ в основном выделяются α , β и γ -излучения, которые обладают ионизирующей и проникающей способностью неблагоприятно воздействовать на организм человека. Следовательно, студенты должны знать физику явлений излучений, а также их физические свойства: энергию, заряд, скорость и дальность распространения в воздухе, а также проникновение в биологические ткани.

Для α , β и γ - рентгеновских и нейтронных излучений следует четко уяснить своеобразные количественные величины и единицы измерений. Так, например, единица измерения интенсивности - кюри, дозы излучения - рентген, дозы поглощения - рад, количества радиоактивного вещества - миллиграмм-эквивалент и др.

Для обеспечения безопасности при хранении, транспортировке и обращении с радиоактивными веществами, а также при эксплуатации электроустановок, работа которых сопровождается рентгеновским излучением, необходимо знать нормируемые значения и методику расчета соответствующих параметров безопасности (время, расстояние, миллиграмм-эквивалент, мощность дозы и др.) или необходимую толщину коллективных и индивидуальных средств защиты.

Вопросы для самопроверки

1. Привести примеры использования радиоактивных веществ и ионизирующих излучений в науке и технике.
2. Какие приборы и электроустановки при работе выделяют рентгеновские излучения?
3. Каково воздействие ионизирующих излучений на организм человека?
4. Какие основные параметры характеризуют ионизирующие излучения и какова связь между ними?
5. Что такое предельно допустимая доза (ПДД) и предельно допустимая концентрация (ПДК) ионизирующих излучений?

6. Какова роль и назначение дозиметрического контроля при работе с радиоактивными веществами и источниками рентгеновских излучений?
7. Какие средства защиты применяются?
8. Как осуществляется коллективная защита от ионизирующих излучений?
9. Как рассчитать безопасное время пребывания в зоне радиоактивного излучения, расстояние от источника и количество радиоактивного вещества?
10. Как рассчитать толщину материала защитных экранов, ограждений. Выбор индивидуальных средств защиты от действия радиоактивных излучений?

2.4. Защита от шума, вибрации, ультразвука

Изучить физические и физиологические характеристики шума, диаграмму слухового восприятия, график кривых равной громкости. Общая характеристика шума. Воздействие шума на человека. Акустический расчет. Задачей акустического расчета является: определение уровня звукового давления в расчетной точке, когда известен источник шума и его шумовые характеристики; определение необходимого снижения шума; разработка мероприятий до предельно допустимых величин. При изучении нормирования шума рассмотреть два метода нормирования: по предельному спектру шума и нормирование уровня звука в дБА.

Наиболее эффективным мероприятием по борьбе с шумом надо считать снижение его в источниках образования. Для борьбы с шумом на пути распространения устанавливаются звукоизолирующие и звукопоглощающие конструкции.

К средствам индивидуальной защиты органов слуха относятся вкладыши, наушники и противозумные шлемофоны. Уровни шума можно измерять шумомерами, осциллографами со специальными датчиками. При изучении ультразвука следует обратить внимание, что допустимые уровни звукового давления на рабочих местах нормируются в треть октавных полосах частот.

Изучить параметры вибраций и характер ее действия на человека. Вибрационная болезнь - профессиональное заболевание. При нормировании вибраций различать допустимые величины параметров вибрации рабочих мест и допустимые величины вибрации, инструментов и рабочего оборудования, передаваемого на руки работающих. Предельно допустимые уровни вибрации.

Выявление источников и причин возникновения вибраций должно совмещаться с изучением их спектров. Для измерения вибраций применяют приборы, основанные на механических и электрических методах измерения. Мероприятия по борьбе с производственными вибрациями должны намечаться при проектировании машин и агрегатов, при строительстве промышленных зданий, изготовлении различного оборудования, а также при его эксплуатации.

Методические указания

Борьба с производственным шумом, вибрацией является одной из важнейших задач охраны труда. В результате воздействия шума и вибрации на организм человека могут быть тяжелые профессиональные заболевания. Ультразвук также неблагоприятно воздействует на здоровье работающих.

Необходимо изучить источники и причины возникновения шума, вибрации, а также ультразвука. Очень важно -конкретно ознакомиться на своем предприятии с источниками, определить или рассчитать уровни шума или вибраций, проанализировать эффективность звуковиброизоляции и шумопоглощения. При организации труда на рабочих местах необходимо предусматривать защиту от шума и вибрации. Для предупреждения профзаболеваний большое значение имеет применение средств индивидуальной защиты от шума, вибрации и ультразвука.

Вопросы для самопроверки

1. Что является источниками шума, вибрации и ультразвука в производственных условиях?
2. Какое воздействие шума, вибрации и ультразвука на организм человека?
3. Как нормируется шум, вибрация?
4. Какова методика измерения шума, вибрации?
5. Какие меры борьбы с шумом, вибрацией?
6. Порядок проведения акустического расчета?
7. В чем заключаются принципы устройства звукоизоляции и звукопоглощения?
8. Устройство и принцип действия шумомера.
9. Какие средства индивидуальной защиты применимы от шума?

3.Электробезопасность

3.1. Анализ опасности поражения электрическим током

Действие электрического тока на организм человека. Виды поражения электрическим током. Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током. Критерии безопасности электрического тока. Электрическое сопротивление тела человека

Условия поражения электрическим током. Схемы прикосновения к токоведущим частям, к заземленным нетоковедущим частям электроустановок, оказавшихся под напряжением.

Растекание тока при замыкании на землю. Напряжение прикосновения. Напряжение шага.

Классификация электроустановок и помещений по степени электрической опасности.

Методические указания

Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока приводит к электротравмам и профессиональным заболеваниям. Среди несчастных случаев на производстве электротравмы с тяжелым и смертельным исходом происходят наиболее часто, поэтому знание опасности, которую представляет электрический ток для человека, а также методов безопасного ведения работ с использованием электроустройств, является необходимым условием подготовки квалифицированных специалистов.

При изучении темы основное внимание необходимо обратить на следующие вопросы: физиологическое воздействие электрического тока на организм человека; исследование параметров электрического тока, оказывающих влияние на исход поражения человека; условия, при которых возможно поражение током; методы обеспечения электробезопасности.

Вопросы для самопроверки

1. Как действует электрический ток на организм человека?
2. Какие факторы влияют на исход электропоражения?
3. Вида воздействия электрического тока: при прохождении его через тело человека.
4. Как классифицируются производственные помещения по степени опасности электропоражения?
5. От чего зависит опасность электропоражения в различных электрических сетях?
6. Объясните физическую сущность растекания тока в земле и опасность этого явления для человека.
7. Объясните физический смысл напряжения прикосновения и напряжения шага.
- 8.

4. Пожарная безопасность

4.1. Горение и пожарные свойства веществ. Способы и средства тушения пожаров

Понятие о процессе горения. Виды горения: вспышки, воспламенение, самовоспламенение, самовозгорание, взрыв.

Температурные пределы видов горения. Концентрационные пределы взрыва.

Классификация производств по пожарной опасности. Предупреждение пожаров и взрывов на промышленных объектах.

Возможности прекращения процессов горения. Способы тушения пожаров.

Огнегасительные средства: вода, пена, негорючие газы, порошковые составы.

Средства пожарной сигнализации типы и принцип действия.

Тушение пожаров на энергетических объектах: генераторах, трансформаторах, электродвигателях, кабельных туннелях, щитовых сборках и т.п. Тушение пожаров под напряжением.

Методические указания

Изучение основ теории горения необходимо для объяснения явления окисления, вспышки, самовоспламенения, самовозгорания, активного горения, взрыва и детонации. Все эти параметры являются первоначальной причиной возникновения пожаров и соответственно определяют пожарные свойства веществ. Кроме того, пожароопасные свойства веществ определяют и сам характер их горения и, следовательно, явление пожара.

В зависимости от физико-химических свойств веществ и условий их обработки производится выбор средств пожаротушения.

Следует четко представлять область применения ручных огнетушителей и порошкообразных огнегасительных веществ, требования техники безопасности при тушении ядовитых веществ, кислот, электроустановок, сосудов, работающих под давлением и пр. Необходимо также знание средств пожарной сигнализации и связи, их принцип действия.

Вопросы для самопроверки

1. Объясните, какие вещества являются окислителями и как происходит процесс окисления?
2. Чем характеризуется температура вспышки и самовоспламенения вещества?
3. Чем характеризуется нижний предел воспламенения газов, парой и пыли?
4. Как классифицируется производства по пожарной опасности?
5. Каковы основные методы прекращения горения?
6. Каковы огнегасительные свойства воды, химической пены и углекислоты?
7. Объясните принцип действия пенного и углекислотного огнетушителей и область их применения?
8. Какие существуют средства пожарной сигнализации?

Рекомендации по подготовке к практическим (семинарским) занятиям

Семинар - важная и обязательная форма дидактического процесса, дополняющая лекционную форму обучения и ее углубление.

На семинарах поднимаются наиболее важные и сложные вопросы курса, требующие специальной подготовки студента с использованием рекомендованной учебной литературы и лекций.

Подготовку к семинару нужно проводить в следующем порядке:

- 1) Внимательно ознакомьтесь с планом семинара по заданной теме.
- 2) Прочитать конспекты лекций по теме семинара, отмечая материал, необходимый для изучения поставленных вопросов.
- 3) Ознакомиться с рекомендованной учебной литературе по данной теме: в первую очередь - с основной, при необходимости углубленного изучения - с дополнительной.

4) Обратите особое внимание на основные понятия изучаемого предмета, знание которых способствует эффективному усвоению курса.

5) Разберитесь в доступных в теме формулах и в том, как они используются для выполнения необходимых расчетов.

6) Освоить приемы построения графических моделей, если они используются в изучаемом предмете.

7) В процессе изучения темы следует подготовить тезисы или небольшие заметки в записной книжке семинара. Особенно это актуально для вопросов, предназначенных для самостоятельного изучения. Эти заметки можно использовать на семинаре для публичных выступлений, а также для работы во время семестровой работы и при подготовке к экзамену.

Требования к качеству подготовки студентов практическим (семинарским) занятиям

1. Подготовка к семинару является обязательной частью работы студента и охватывает все темы в плане занятия, а не выборочно по конкретным темам.

2. Работа студента на семинаре предполагает его высокую активность и соответствие следующим требованиям к публичным выступлениям:

а) свободное устное воспроизведение подготовленного выступления по темам с использованием заметок в качестве помощников. Это требование распространяется также на отображение графических моделей и формул на доске;

б) готовность и способность отвечать на вопросы и делать выводы из сказанного;

в) знание терминологии темы доклада;

г) регламент выступления - 10 минут.

Рекомендации по подготовке доклада

Доклад готовится по вопросу, выбранному из тем, предложенных для каждого семинара, согласованному с преподавателем. Доклад готовится с использованием как основной, так и дополнительной литературы, выбранной студентом самостоятельно. Как правило, на чтение доклада на семинаре отводится 10 минут. После прочтения доклада студентам предлагается обсудить проблемные вопросы, поднятые в выступление. При чтении доклада студент должен представить материал в доступной и понятной форме.

Практическое (семинарское) занятие №1

Задача 1 Определение требуемого воздухообмена в помещении по вредным веществам

Определить требуемый воздухообмен и его кратность для вентиляционной системы цеха при наличии и отсутствии местных отсосов. Цех имеет такие размеры: длина $A = 72$ м, ширина $B = 24$ м, высота $H = 8$ м. В воздушную среду цеха выделяется

пыль в количестве $W = 0,6$ мг/мин (для этого вида пыли предельно-допустимая концентрация ПДК = 4 мг/м³). Концентрация пыли в рабочей зоне $C_{p.з.}$ принимается равной ПДК, концентрация пыли в удаляемом из цеха воздухе равна 30% концентрации её в рабочей зоне ($C_{yx} = 0,3 \cdot C_{p.з.}$). Концентрация пыли в приточном воздухе $C_n = 0,2$ мг/м³. Количество воздуха, забираемого из рабочей зоны местными отсосами, равно $G_m = 4500$ м³/час.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ. Определяем объём цеха.

$$V = A \cdot B \cdot H = 72 \cdot 24 \cdot 8 = 13824 \text{ м}^3 \quad (1.1)$$

Найдём выделение пыли (в миллиграммах) за 1 час:

$$W = \frac{0,6 \cdot 1000}{1/60} = 36000 \frac{\text{мг}}{\text{час}} \quad (1.2)$$

1) Наличие местных отсосов.

Требуемый воздухообмен при наличии местных отсосов определяем по формуле:

$$G = G_m + \frac{W - G_m(C_{p.з.} - C_n)}{C_{yx} - C_n} = 4500 + \frac{36000 - 4500 \cdot (4 - 0,3)}{0,3 \cdot 4 - 0,2} = 23850 \text{ м}^3/\text{час} \quad (1.3)$$

Кратность воздухообмена в цехе составит:

$$K = \frac{G}{V} = \frac{23850}{13824} = 1,7 \text{ обменов/час}, \quad (1.4)$$

то есть за 1 час воздух в цехе должен обмениваться 5,5 раз. В этом случае концентрация пыли в рабочей зоне не превысит ПДК.

2) Отсутствие местных отсосов.

При отсутствии местных отсосов формула 0.3 упрощается:

$$G = \frac{W}{C_{yx} - C_n} = \frac{36000}{0,3 \cdot 4 - 0,2} = 36000 \text{ м}^3/\text{час} \quad (1.5)$$

Кратность воздухообмена в цехе при отсутствии местных отсосов составит:

$$K = \frac{G}{V} = \frac{36000}{13824} = 2,6 \text{ обменов/час}$$

Наименование	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
В	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Н	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
W	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
C _п	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55
G _м	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500

Практическое (семинарское) занятие №2

Задача 2 Определение необходимого воздухообмена

В монтажном цехе приборостроительного предприятия объемом $V=24000 \text{ м}^3$ производится пайка и лужение мягким припоем ПОС-40 (в его состав входит $t = 40\%$ свинца). За 1 час работы расходуется $m = 0,4 \text{ кг}$ припоя. Количество испаряющегося припоя $q = 0,3\%$. Число работающих $n = 70$ человек. Определить необходимый воздухообмен, если содержание паров свинца в наружном воздухе $C_{\text{прит}}$ равно нулю.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ Определяем по приложению 2 предельно-допустимую концентрацию свинца в воздухе рабочей зоны: $\text{ПДК}_{\text{рв}} = 0,01 \text{ мг/м}^3$.

Определяем количество свинца, которое испарится за 1 час работы:

$$W = t \cdot m \cdot q \cdot 10^6 \text{ мг/час}, \quad (2.1)$$

где 10^6 – коэффициент для перевода из кг/час в мг/час:

$$W = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 0,003 \cdot 10^6 = 480 \text{ мг/час}$$

Определяем количество воздуха, которое нужно подать в рабочую зону для того, чтобы концентрация свинца в рабочем объеме не превышала значений ПДК:

$$G = \frac{W}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{прит}}} \quad (2.2)$$

$$G = \frac{480}{0,01 - 0} = 4,8 \cdot 10^4 \text{ м}^3/\text{час}$$

Определяем количество воздуха, которое нужно подать в рабочую зону для того, чтобы обеспечить необходимое количество воздуха на работающего:

$$G_1 = n \times G_{\text{чел}}, \quad (2.3)$$

где $G_{\text{чел}}$ – норма подачи приточного воздуха на 1 человека (по приложению 1 $G_{\text{чел}} = 60 \text{ м}^3/\text{час}$).

$$G_1 = 70 \times 60 = 4200 \text{ м}^3/\text{час}$$

Сравнивая нормы подачи G и G_1 для дальнейших расчетов принимаем большее значение, то есть значение G .

Находим кратность воздухообмена:

$$k = \frac{G}{V} \quad (2.4)$$

$$k = \frac{4,8 \cdot 10^4}{2,4 \cdot 10^4} = 2 \text{ час}^{-1}$$

Наименование	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	20000	21000	22000	23000	24000	25000	26000	27000	28000	29000
m	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
q %.	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55
n	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95

Практическое (семинарское) занятие №3

Задача 3 Расчёт воздухообмена по избыткам тепла

Произвести расчёт воздухообмена по избыткам тепла в лаборатории, если известно, что количество работающих людей – 5 человек (3 мужчины и 2 женщины), в офисе установлен два компьютера с установленной мощностью 0,3 кВт. Температура воздуха в помещении 20 °С. Мощность осветительных приборов $N = 400 \text{ Вт}$. Максимальное количество тепла от солнечной радиации, которое поступает через окна $Q_{\text{рад}} = 150 \text{ Вт}$.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ. Произведем расчёт поступления тепла в офис:

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{обор}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{рад}}, \text{ Вт} \quad (3.1)$$

где $Q_{\text{обор}}$ – выделение тепла от оборудования;

$Q_{\text{л}}$ – выделение тепла от людей;

$Q_{\text{осв}}$ – выделение тепла от приборов освещения;

$Q_{\text{рад}}$ – поступление тепла через наружные ограждения конструкций от солнечной радиации;

Находим выделение тепла при работе оборудования

$$Q_{обор} = n \cdot P \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (3.2)$$

где $n = 2$ – количество компьютеров (оборудования);

$P = 0,3$ кВт – установленная мощность компьютера;

$k_1 = 0,8$ – коэффициент использования установленной мощности;

$k_2 = 0,5$ – коэффициент одновременности работы оборудования;

Подставляем численные значения в формулу:

$$Q_{обор} = 2 \cdot 300 \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 240 \text{ Вт}$$

Находим выделение тепла от людей:

$$Q_l = n_m \cdot q_m + n_{ж} \cdot q_{ж} \quad (3.3)$$

где $n_m = 3$ – количество работающих мужчин в помещении;

q_m – количество тепла, выделяемого одним мужчиной;

$n_{ж} = 2$ – количество работающих женщин в помещении;

$q_{ж} = 85\% \cdot q_m$ – количество тепла, выделяемого одной женщиной.

По приложению 2 находим количество явного тепла, выделяемого одним мужчиной при 20 °С при выполнении лёгкой физической работы:

$$q_m = 99 \text{ Вт}$$

Подставляем численные значения в формулу 3.3:

$$Q_l = 3 \cdot 99 + 2 \cdot 0,85 \cdot 99 = 465 \text{ Вт}$$

Находим выделение тепла от приборов освещения:

$$Q_{осв} = N = 400 \text{ Вт} \quad (3.4)$$

Подставляем соответствующие значения в формулу 3.1:

$$Q_{изб} = 240 + 465 + 400 + 150 = 1255 \text{ Вт}$$

Произведем расчёт воздухообмена по избыткам тепла в помещении офиса фирмы по формуле:

$$L = \frac{3600 \cdot Q_{изб}}{c_p \cdot \rho \cdot (t_{yd} - t_{np})}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где 3600 – коэффициент для перевода м³/с в м³/час

$c_p = 1000 \text{ Дж/кг}\cdot\text{°C}$ – удельная теплоемкость воздуха;

$\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха;

$t_{уд}$ – температура удаляемого воздуха;

$t_{пр}$ – температура приточного воздуха.

Разница температур приточного и удаляемого воздуха находится в пределах 5 - 8°С.

$$L = \frac{3600 \cdot 1255}{1000 \cdot 1,2 \cdot 6} = 627,5 \text{ м}^3/\text{час}$$

Для поддержания установочных параметров микроклимата в офисе фирмы достаточно подавать 628 м³/час воздуха.

Наименование	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
Q _{рад}	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275

Практическое (семинарское) занятие №4

Задача 4 Определение уровня шума, создаваемого вентиляторами

Определить общий уровень шума, создаваемого 4 вентиляторами, установленными в вентиляционной камере и работающими с одинаковыми режимами (производительность $Q = 2000 \text{ м}^3/\text{час}$, развиваемое давление $H = 900 \text{ Па}$).

Соседнее помещение цеховой лаборатории отдельно от вентиляционной камеры глухой кирпичной стеной толщиной 520 мм.

Определить уровень шума в лаборатории и его соответствие требованиям ДСН 3.3.6.037-99 Уровни звукового давления рассчитывать для каждой октавной полосы.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ. Расчёт звукового давления от одного вентилятора

$$L_{pj} = 10 \lg Q + 5\gamma(\lg H - 1) - 30 \lg f + 140 \quad (4.1)$$

где f – среднегеометрическая частота полосы, Гц

γ – коэффициент (его значения приведены в табл.4.1)

Уровень звукового давления нескольких источников звука одинаковой мощности определяется по формуле:

$$L_n = L_1 + 10 \lg n \quad (4.2)$$

где n – количество источников звука

Таблица 4.1 Значения коэффициента γ

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
γ	0,4	0,6	1,6	2,5	3,5	4	4,5	5

Уровень шума в лаборатории в каждой из октавных полос определяется как разница между звуковым давлением источника шума и звукоизоляцией стены:

$$L_{\text{лаб.}j} = L_{n,j} - R_j \quad (4.3.)$$

Затем эта величина сравнивается с допустимым уровнем шума.

Результаты расчетов приведены в таблице:

Среднегеометрическая частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Звуковое давление от одного вентилятора, L_{pi} , дБ	88,06	82,06	87,63	91,74	97,3	95,6	93,9	92,2
Общий уровень звукового давления, L_n , дБ	92,83	86,83	92,4	96,51	102,07	100,37	98,67	96,97
Звукоизоляция кирпичной стены, $R_{ст}$, дБ	45	45	52	59	65	70	70	70
Уровень звука в лаборатории, $L_{лаб}$	47,83	41,83	40,4	37,51	37,07	30,37	28,37	26,97
Допустимые уровни шума в лаборатории, $L_{доп}$ дБ	79	70	63	58	55	52	50	49

По результатам расчёта, уровень звука в лаборатории не превышает допустимых значений, поэтому методы снижения шума не применяются.

Наименование	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q = 2000 \text{ м}^3/\text{час}$	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400
$H = 900 \text{ Па}$	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950

Практическое (семинарское) занятие №5

Задача 5 Расчёт допустимого времени работ при электромагнитном излучении

В открытом распределительном устройстве, где расположена аппаратура с напряжением $U = 500 \text{ кВ}$, питающаяся переменным током промышленной частоты 50 Гц предстоит плановая работа на ряде участков с повышенной напряженностью электрического поля. Работа будет проводиться без применения защитных средств – экранирующих костюмов, экранов.

Продолжительность работы составляет на участке А, где напряженность электрического поля $E_A = 10$ кВ/м $t_{EA} = 60$ минут; на участке Б, где напряженность электрического поля $E_B = 8$ кВ/м $t_{EB} = 90$ минут. Определить фактическое время выполнения работ t_{EC} для третьего участка С, где напряженность электрического поля $E_C = 6$ кВ/м, а также общее время выполнения работ.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ. В рабочей зоне, характеризующейся различными значениями напряженности электрического поля, пребывание персонала ограничивается предельным временем, $T_{пред.}$:

$$T_{пред.} = 8 \cdot \left(\frac{t_{E_1}}{T_{E_1}} + \frac{t_{E_2}}{T_{E_2}} + \dots + \frac{t_{E_n}}{T_{E_n}} \right), \quad (5.1)$$

где $t_{E_1, \dots, n}$ и $T_{E_1, \dots, n}$ – фактическое и допустимое время (в часах) пребывания персонала в конкретных зонах с напряженностью поля - E_1, \dots, E_n .

Допустимое время T_E (измеряемое в часах) пребывания персонала в зонах с напряженностью поля E (измеряемого в кВ/м) определяется по формуле (приложение

$$T_E = \frac{50}{E} - 2 \quad (5.2)$$

Тогда из формулы 5.2 определим допустимое время пребывания персонала в зонах А, В, С:

$$T_{EA} = \frac{50}{10} - 2 = 3 \text{ часа}$$

$$T_{EB} = \frac{50}{8} - 2 = 4,25 \text{ часа}$$

$$T_{EC} = \frac{50}{6} - 2 = 6,33 \text{ часа}$$

Подставив полученные значения в формулу 0.1 и считая, что $T_{пред.}$ не должно превышать 8 часов (т.е. $T_{пред.} = 8$ часов), находим, что искомое фактическое время пребывания персонала в зоне С составляет:

$$8 = 8 \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{1,5}{4,25} + \frac{t_{E-C}}{6,33} \right)$$

или $t_{E-C} = 2$ часа.

Таким образом время работы на участке С не должно превышать 2 часа, а общее время работы на всех трех участках не должно превышать:

$$t_{общ} = t_{E-C} + t_{E-C} + t_{E-C} = 1 + 1,5 + 2 = 4,5 \text{ часа}$$

Наименование	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625
E _A	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
t _{EA}	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
E _B	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
t _{EB}	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195
E _C	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5

Практическое (семинарское) занятие №6

Задача 6 Расчёт минимального расстояния до источника ЭМИ

В промышленности применяются электротермические радиочастотные установки с машинными генераторами для нагрева и плавки металлов, в которых происходит преобразование частоты тока с 50 Гц на 2500 Гц или 8000 Гц, с выходной мощностью от 50 до 500 кВт, а также установки для индукционного и диэлектрического нагрева (приложение 4).

При работе электротермических радиочастотных установок вблизи них создаются электрические поля с напряженностью 10 -1000 В/м.

Рассмотрим установку индукционного нагрева для закалки, пайки или обработки давлением. Согласно результатам измерений, напряженность электрического поля на расстоянии $r_1 = 0,3$ м от рабочего индуктора электротермической установки составляет $E_1 = 90$ В/м. Рабочая частота установки $f = 250$ кГц. По условиям производства установку нужно оборудовать дисковым питателем для подачи заготовок в зону нагрева индуктора. Требуется вычислить минимальный диаметр диска, при котором рабочий, устанавливающий заготовку в гнездо на дальней от индуктора стороне диска, оказывается в электрическом поле с напряженностью не более предельно-допустимой.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ. При $f = 250$ кГц длина волны излучения определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{250 \cdot 10^3} = 1200 \text{ м}, \quad (6.1)$$

где c – скорость света, м/с ($3 \cdot 10^8$).

Размер ближней зоны излучателя (индуктора), $r_{\text{бл.з.}}$, определяется по формуле:

$$r_{\text{бл.з.}} \ll \frac{\lambda}{2 \cdot \pi} \quad (6.2)$$

Тогда для границы ближней зоны (примерно 10%) получим:

$$r_{\text{бл.з.}} \approx \frac{0,1 \cdot \lambda}{2 \cdot \pi} = \frac{0,1 \cdot 1200}{2 \cdot 3,14} = 19,1 \text{ м} \quad (6.3)$$

Ближняя зона излучения значительно больше протяженности рабочей зоны около установки. Следовательно, рабочая зона находится в ближней зоне излучения индуктора.

В ближней зоне излучения электрическая составляющая электромагнитного поля определяется по формуле:

$$E = \frac{I \cdot L}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \omega \cdot r^3}, \quad (6.4)$$

где I – ток в проводнике (индукторе);

L – длина проводника;

ε - диэлектрическая проницаемость среды;

ω - круговая частота электромагнитного поля;

r – расстояние от проводника (индуктора).

Запишем формулу 6.4 для значений напряженности поля, E_1 , измеренных на расстоянии $r_1 = 0,3$ м от индуктора и для допустимого значения напряженности поля, $E_{\text{доп.}}$, которое соответствует расстоянию от индуктора - $r_{\text{доп.}}$:

$$E_1 = \frac{I \cdot L}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \omega \cdot r_1^3} \quad (6.5)$$

$$E_{\text{доп.}} = \frac{I \cdot L}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \omega \cdot r_{\text{доп.}}^3} \quad (6.6)$$

Разделив выражение 6.5 на 6.6, получим:

$$\frac{E_1}{E_{\text{доп.}}} = \frac{r_{\text{доп.}}^3}{r_1^3} \quad (6.7)$$

откуда получаем формулу для определения $r_{\text{доп.}}$:

$$r_{\text{доп.}} = r_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_{\text{доп.}}}} \quad (6.8)$$

По приложению 50 принимаем в качестве допустимого электрического поля для 5 диапазона электромагнитных волн (30 – 300 кГц) $E_{\text{доп.}} = 25 \text{ В/м}$. Подставляем значения в формулу:

$$r_{\text{доп.}} = 0,3 \cdot \sqrt[3]{\frac{90}{25}} = 0,46 \text{ м}$$

Следовательно, минимальный диаметр диска для подачи заготовок в зону индуктора должен составлять 46 см.

Наименование	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
r_1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6
E_1	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
f	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290

Практическое (семинарское) занятие №7

Задача 7 Расчёт экрана для защиты от ЭМИ

Измерения показали, что рабочий конденсатор установки диэлектрического нагрева создает вокруг себя электрическое поле, напряжённость которого на рабочем месте на расстоянии от конденсатора $r = 0,3 \text{ м}$ равна $E_1 = 45 \text{ В/м}$. Рабочая частота установки равна $f = 3,5 \cdot 10^7 \text{ Гц}$. Толщина конденсатора $d = 5 \text{ см}$; размеры пластин: ширина – $b = 15 \text{ см}$, длина – $c = 40 \text{ см}$. Определить длину и ширину прямоугольного трубчатого экрана для конденсатора, при которых напряженность поля не превышает допустимой величины (рисунок 7.1).

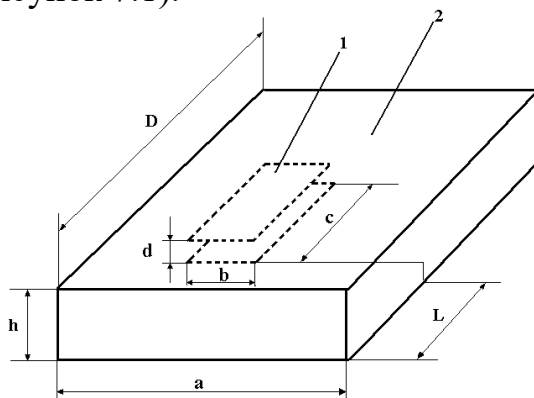


Рисунок 7.1. Конденсатор установки диэлектрического нагрева (1) с прямоугольным трубчатым экраном (2).

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ. По приложению 3 для частот 30 – 300 МГц предельно допустимый уровень напряженности электрического поля составляет $E_{\text{доп.}} = 3 \text{ В/м}$. При этом необходимо обеспечить эффективность экранирования, \mathcal{E} , равную:

$$\mathcal{E} = \frac{E_1}{E_{\text{доп.}}} \quad (7.1)$$

Эффективность экранирования конденсатора прямоугольной полый трубой вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E} = e^{\frac{\pi \cdot L}{a}}, \quad (7.2)$$

где L – расстояние от концов пластин конденсатора до концов трубы;
 a – ширина трубы.

Эту же формулу можно записать иначе:

$$L = \frac{a \cdot \ln \mathcal{E}}{\pi} \quad (7.3)$$

Используя формулы 7.1 и 7.3, получим:

$$L = \frac{a \cdot \ln(E_1/E_{дон})}{\pi} = \frac{a \cdot \ln(45/3)}{3,14} = 0,86 \cdot a \quad (7.4)$$

Ширина трубы, a , должна быть не менее тройной ширины конденсатора: $a \geq 3 \cdot b$, откуда $a_{мин} = 3 \cdot 15 = 45$ см.

Высота трубы, h , должна быть не менее тройной высоты конденсатора: $h \geq 3 \cdot d$, откуда $h_{мин} = 3 \cdot 5 = 15$ см.

Согласно выражению 7.4 расстояние от концов пластин конденсатора до концов трубы, L , должно быть не менее $0,7a$, то есть:

$$L_{мин} = 0,86 \cdot 45 = 38,7 \text{ см.}$$

При этом общая длина трубы будет составлять:

$$D = 2 \cdot L_{мин} + c = 2 \cdot 38,7 + 40 = 117,4 \text{ см.}$$

Таким образом, минимальные размеры трубы-экрана равны: $118 \times 45 \times 15$ см.

Наименование	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
r_1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6
E_1	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
f	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
b	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
c	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49

Практическое (семинарское) занятие №8

Задача 8 Определение расстояния, на котором не требуется экранирования от ЭМИ

Вблизи мощного радиопередающего устройства, работающего в непрерывном режиме, необходимо провести работы, связанные с прокладкой силового кабеля. Определить расстояние, на котором не требуется экранирования работающих людей от излучателя электромагнитного поля. В качестве излучателя используется антенна с эффективной площадью $S_{\text{эфф.}} = 0,8 \text{ м}^2$. Мощность передатчика $P = 1,5 \text{ кВт}$; рабочая частота - $f = 2 \text{ ГГц}$. Время выполнения работ принять равным 8 часам. Коэффициент направленного действия антенны $K = 6$.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ. Определим длину излучаемой электромагнитной волны по формуле:

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad (8.1)$$

где c – скорость света в вакууме ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$).

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^9} = 15 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Рассчитаем коэффициент усиления антенны по формуле:

$$G = \frac{K \cdot S_{\text{эфф.}}}{\lambda^2} = \frac{6 \cdot 0,8}{(15 \cdot 10^{-2})^2} = 213 \quad (8.2)$$

Плотность потока энергии в дальней зоне излучателя, W , в точке, удаленной от него на расстоянии r , определяется по формуле:

$$W = \frac{P \cdot G}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \quad (8.3)$$

Для того, чтобы не требовалось прибегать к экранированию от излучения, величина W в данной точке не должна превышать предельного значения плотности потока энергии, равного для диапазона частот 300 МГц – 300 ГГц (при 8-и часовом рабочем дне в условиях воздействия электромагнитного поля) : $W_{\text{пред.}} = 0,25 \text{ Вт/м}^2$ (приложение б).

Из формулы 8.3 получаем выражение для минимального расстояния, на котором не нужно прибегать к экранированию:

$$r_{\min} = \sqrt{\frac{P \cdot G}{4 \cdot \pi \cdot W_{\text{пред.}}}} = \sqrt{\frac{1500 \cdot 213}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,25}} = 319 \text{ м} \quad (8.4)$$

Следовательно, на удалении свыше 319 м от передатчика можно выполнять работы в течение 8-и часового рабочего дня, не прибегая к экранированию.

Наименование	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S _{эфф.}	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,05
P	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
f	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Практическое (семинарское) занятие №9

Задача 9 Расчёт молниеотвода

Спроектировать молниеотвод для отдельно стоящего трёхэтажного здания банка с размерами $A = 36$ м, $B = 18$ м. Наибольшая высота здания $h_x = 15$ м. Грунт, на котором построено здание, — суглинок с удельным сопротивлением $\rho = 100$ Ом·м.

РЕШЕНИЕ. Пусть для данной местности средняя продолжительность гроз составляет от 80 до 100 часов. Среднегодовое число поражений молний в 1 км^2 земной поверхности в месте расположения здания

$$n = 7$$

Ожидаемое количество N поражений зданий прямоугольной формы определяется по формуле:

$$N = \left[(A + 6 \cdot h_x) \cdot (B + 6 \cdot h_x) - 7,7 \cdot h_x^2 \right] \cdot n \cdot 10^{-6} \quad (9.1)$$

где A – длина здания, м;

B – ширина здания, м;

h_x – наибольшая высота здания (сооружения) в м

Подсчитаем значения N :

$$N = \left[(36 + 6 \cdot 15) \cdot (18 + 6 \cdot 15) - 7,7 \cdot 15^2 \right] \cdot 7 \cdot 10^{-6} = 0,08$$

По приложению 7 находим, что данное здание подлежит к III категории молниезащиты. При этом установлена зона защиты типа Б. Поскольку расстояние от отдельно стоящего молниеотвода до зданий, относимых к III категории молниезащиты, не нормируется, располагаем опору молниеотвода в непосредственной близости от здания (в плане рис. 9.1).

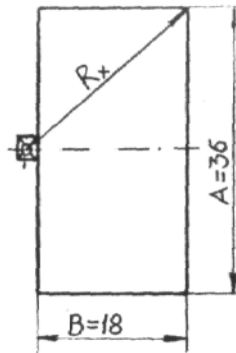


Рис.9.1 План расположения здания и молниеотвода

Тогда из решения прямоугольного треугольника находим R_x – радиус зоны защиты на высоте h_x :

$$R_x = \sqrt{18^2 + \left(\frac{36}{2}\right)^2} = 25,5 \text{ м}$$

Рисуем зону защиты молниеотвода (рис. 9.2)

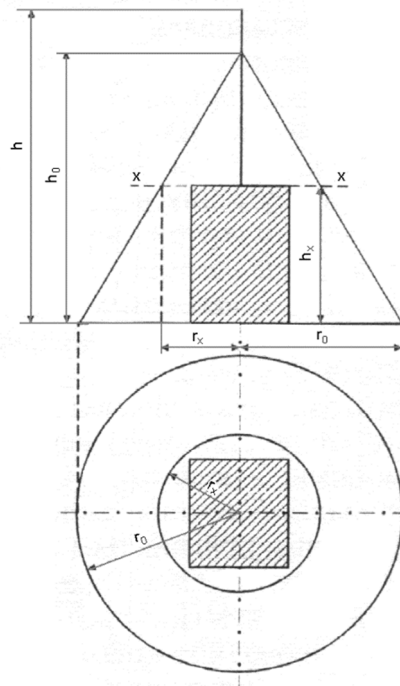


Рис. 9.2 Зона защиты молниеотвода

По приложению 8 находим формулы для расчёта параметров молниеотвода. Необходимая высота молниеотвода рассчитывается как:

$$h = \frac{(R_x + 1,63 \cdot h_x)}{1,5} = \frac{(25,5 + 1,63 \cdot 12)}{1,5} = 30 \text{ м} \quad (9.2)$$

Параметры зоны защиты по приложению 8:

$$h_0 = 0,92 \cdot h = 0,92 \cdot 30 = 27,6 \text{ м}$$

$$r_0 = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 30 = 45 \text{ м}$$

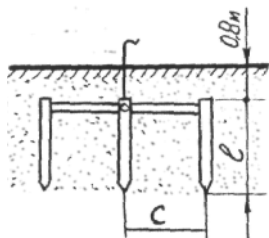


рис.9.3 Заземли-
тель молниеот-
вода

Молниеприёмник из круглой стали $\varnothing 12$ мм и длиной 2 м привариваем к верху металлической опоры, решётчатая конструкция которой выполняет роль токоотвода. Для растекания тока в земле на глубине 0,8 м от поверхности устанавливаем искусственный заземлитель (рис. 9.3) в виде 3-х электродов, соединенных горизонтальной полосой с = 6 м, l = 2,5 м, сопротивление растеканию тока промышленной частоты при этой конструкции заземлители составит 6 Ом, для данного типа грунта (приложение 9).

Наименование	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
В	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
hх	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ρ	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
n	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Практическое (семинарское) занятие №10

Задача 10 Защита от разрядов статического электричества

Бензин со скоростью $v=100$ л/мин наливают в изолированную цистерну вместимостью $M=1000$ л. Скорость электризации бензина $q=1,1 \cdot 10^{-8}$ А·с/л. В каком случае будет обеспечена безопасность от возможных разрядов статического электричества:

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ. Определим потенциал на цистерне к концу налива. Общий заряд, передаваемый электризованным бензином цистерне, составит

$$Q = qM = 1,1 \cdot 10^{-8} \cdot 1000 = 11 \cdot 10^{-6} \text{ К.} \quad (10.1)$$

Если электрическую емкость цистерны принять равной $C=10^{-9}$ Ф, то потенциал на корпусе к концу налива будет

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{11 \cdot 10^{-6}}{10^{-9}} = 11 \cdot 10^3 \text{ В.} \quad (10.2)$$

При данном потенциале в случае разряда энергии искры между цистерной и землей

$$E = 0,5CU^2 = 0,5 \cdot 10^{-9} \cdot 121 \cdot 10^6 = 60,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} . \quad (10.3)$$

Для воспламенения бензина достаточно искры с энергией $E_{\min}=0,9 \cdot 10^{-3}$ Дж, а поэтому потенциал на цистерне должен быть не более

$$U_{\text{доп}} = \sqrt{\frac{2E_{\min}}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3}}{10^{-9}}} = 1,35 \cdot 10^3 \text{ В} . \quad (10.4)$$

Для уменьшения потенциала до допустимой величины необходимо предусмотреть заземление, величина сопротивления которого может быть определена из выражения

$$R \leq U_{\text{доп}}t/Q = U_{\text{доп}}M/Qv, \quad (10/5)$$

то есть

$$R = \frac{1,35 \cdot 10^3 \cdot 1000 \cdot 60}{11 \cdot 10^{-6} \cdot 100} = 73,6 \cdot 10^9 \text{ Ом} \quad (t = 60 \text{ с}). \quad (10.6)$$

При этом время полного разряда

$$T = 3\tau = 3RC = 3 \cdot 73,6 \cdot 10^9 \cdot 10^{-9} = 220,8 \text{ с} .$$

Принимая во внимание, что во взрывоопасной среде постоянная времени релаксации должна быть $\tau_{\text{доп}} \leq 0,001$ с, необходимо предусмотреть заземляющее устройство с сопротивлением

$$R_{\text{доп}} \leq \frac{\tau_{\text{доп}}}{C} = \frac{0,001}{10^{-9}} = 10^6 \text{ Ом} . \quad (10.7)$$

Тогда потенциал на корпусе цистерны не превысит допустимого значения, то есть

$$U' = \frac{QR}{t'} = \frac{11 \cdot 10^{-6} \cdot 10^6}{10 \cdot 60} = 1,83 \cdot 10^{-2} \text{ В} \quad (t' = 10 \text{ мин}), \quad (10.8)$$

здесь $t=10$ мин — полное время налива бензина со скоростью 100 л/мин в цистерну емкостью 1000 л.

Наименование	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
v	50	58	66	74	82	90	98	106	114	122
M	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
q	8,00E-09	1,00E-08	1,20E-08	1,40E-08	1,60E-08	1,80E-08	2,00E-08	2,20E-08	2,40E-08	2,60E-08

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляков, Г.И. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: Учебник для бакалавров / Г.И. Беляков. - М.: Юрайт, 2012. - 572 с.
2. Беляков, Г.И. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: Учебник для бакалавров / Г.И. Беляков. - М.: Юрайт, 2013. - 572 с.
3. Воронкова, Л.Б. Охрана труда в нефтехимической промышленности: Учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования / Л.Б. Воронкова, Е.Н. Тароева. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 208 с.
4. Графкина, М.В. Охрана труда в непроизводственной сфере: учебное пособие / М.В. Графкина. - М.: Форум, 2013. - 320 с.
5. Графкина, М.В. Охрана труда и основы экологической безопасности: Автомобильный транспорт: Учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования / М.В. Графкина. Автомобильный транс. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 192 с.
6. Гридин, А.Д. Безопасность и охрана труда в сфере гостиничного обслуживания: Учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / А.Д. Гридин. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 224 с.
7. Девисилов, В.А. Охрана труда: Учебник / В.А. Девисилов. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 512 с.
8. Докторов, А.В. Охрана труда в сфере общественного питания: Учебное пособие / А.В. Докторов, Т.И. Митрофанова, О.Е. Мышкина. - М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 272 с.
9. Докторов, А.В. Охрана труда на предприятиях автотранспорта: Учебное пособие / А.В. Докторов, О.Е. Мышкина. - М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 272 с.
10. Ефремова, О.С. Охрана труда в организации в схемах и таблицах / О.С. Ефремова. - М.: Альфа-Пресс, 2012. - 108 с.
11. Ефремова, О.С. Охрана труда в организации в схемах и таблицах / О.С. Ефремова. - М.: Альфа-Пресс, 2013. - 112 с.
12. Ефремова, О.С. Охрана труда от А до Я: Практическое пособие / О.С. Ефремова. - М.: Альфа-Пресс, 2013. - 672 с.
13. Калинина, В.М. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности: Учебник для студ. сред. проф. образования / В.М. Калинина. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 320 с.
14. Карнаух, Н.Н. Охрана труда: Учебник / Н.Н. Карнаух. - М.: Юрайт, 2011. - 380 с.
15. Карнаух, Н.Н. Охрана труда: Учебник для бакалавров / Н.Н. Карнаух. - М.: Юрайт, 2013. - 380 с.
16. Кланица, В.С. Охрана труда на автомобильном транспорте: Учебное пособие для нач. проф. образования / В.С. Кланица. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 176 с.
17. Коробко, В.И. Охрана труда: Учебное пособие для студентов вузов / В.И. Коробко. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013. - 239 с.
18. Куликов, О.Н. Охрана труда в металлообрабатывающей промышленности: Учебное пособие для нач. проф. образования / О.Н. Куликов, Е.И. Ролин. - М.: ИЦ Академия, 2012.

-
19. Куликов, О.Н. Охрана труда в строительстве: Учебник для нач. проф. образования / О.Н. Куликов, Е.И. Ролин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 416 с.
20. Куликов, О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ: Учебник для начального профессионального образования / О.Н. Куликов, Е.И. Ролин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 224 с.
21. Минько, В.М. Охрана труда в машиностроении: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.М. Минько. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 256 с.
22. Минько, В.М. Охрана труда в строительстве: Учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В.М. Минько, Н.В. Погожева. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 208 с.
23. Михайлов, Ю.М. Охрана труда в образовательных учреждениях: Практическое пособие / Ю.М. Михайлов. - М.: Альфа-Пресс, 2011. - 184 с.
24. Обливин, В.Н. Охрана труда на деревообрабатывающих предприятиях: Учебное пособие для нач. проф. образования / В.Н. Обливин, Л.И. Никитин, Н.В. Гренц. - М.: ИЦ Академия, 2007. - 256 с.
25. Рогожин, М.Ю. Охрана труда в организациях, осуществляющих образовательную деятельность / М.Ю. Рогожин. - М.: Альфа-Пресс, 2013. - 400 с.
26. Сибикин, Ю.Д. Охрана труда и электробезопасность / Ю.Д. Сибикин. - М.: Радио и связь, 2012. - 408 с.
27. Сухачев, А.А. Охрана труда в строительстве: Учебник / А.А. Сухачев. - М.: КноРус, 2013. - 272 с.
28. Тургиев, А.К. Охрана труда в сельском хозяйстве: Учебное пособие для студентов средне профессионального образования / А.К. Тургиев. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 256 с.
29. Туревский, И.С. Охрана труда на автомобильном транспорте : Учебное пособие / И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ, ИНФРА-М, 2010. - 240 с.
30. Фролов, А.В. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда в строительстве: Учебное пособие / А.В. Фролов, В.А. Лепихова, Н.В. Ляшенко. - Рн/Д: Феникс, 2010. - 704 с.

Приложения

Приложение 1 Минимальный расход наружного воздуха для помещений

Помещения (участки, зоны)	Расход воздуха м ³ /ч		Примечания
	При возможности естественного проветривания	При невозможности естественного проветривания	
Производственные	30	—	При объёме помещения (участка, зоны) на 1 чел. менее 20 м ³
	20	—	При объёме помещения (участка, зоны) на 1 чел. 20 м ³ и более
	—	60, но не менее однократного обмена в помещении в час	В системах, подающих только наружный воздух и при системах, работающих с рециркуляцией при кратности 10 обменов/ч и более
	—	60, но не менее 20% воздухообмена	При системах, работающих с рециркуляцией при кратности менее 10 обменов/ч
	—	90, но не менее 15% воздухообмена	
	—	120, но не менее 10% воздухообмена	
Общественные и административно-бытовые	По требованиям соответствующих СНиП	60 (20)	В скобках – для зрительных залов, залов совещаний и других помещений, в которых люди находятся до 3 ч непрерывно)
Жилые	3 м ³ /ч на 1 м ² жилых помещений	—	—

Приложение 2 Тепловыделения и влаговыделения от 1 взрослого человека
(пособие 2.91 к СНиП 2.04.05-91, табл. 9)

Показатели		Тепловыделения от взрослых людей, Вт при температуре окружающего воздуха в °С					
		10	15	20	25	30	35
В состоянии покоя							
Тепловыделения, Вт	явные	143	116	87	58	41	12
	скрытые	23	29	29	35	52	81
	полные	163	145	116	93	93	93
Влаговыделения, г/ч		–	40	40	50	75	115
При лёгкой работе (категория I)							
Тепловыделения, Вт	явные	151	122	99	64	41	6
	скрытые	29	35	52	81	105	140
	полные	180	157	151	145	146	46
Влаговыделения, г/ч		–	55	75	115	135	200
При работе средней тяжести (категория II а)							
Тепловыделения, Вт	явные	166	135	108	73	44	7
	скрытые	51	66	90	121	150	187
	полные	217	201	198	194	194	194
Влаговыделения, г/ч		–	110	140	185	230	280
При работе средней тяжести (категория II б)							
Тепловыделения, Вт	явные	182	150	119	84	49	9
	скрытые	71	97	126	158	193	233
	полные	253	247	245	242	242	242
Влаговыделения, г/ч		–	110	140	185	230	280
При тяжёлой работе							
Тепловыделения, Вт	явные	198	163	129	93	52	12
	скрытые	93	128	163	198	238	279
	полные	291	291	291	291	290	291
Влаговыделения, г/ч		–	185	240	295	355	415
Рестораны и кафе (включая тепло от пищи)							
Тепловыделения, Вт	явные	–	120	90	60	45	15
	скрытые	–	55	55	65	100	155
	полные	–	175	145	125	145	170
Влаговыделения, г/ч		–	90	90	110	165	250
Танцзалы							
Тепловыделения, Вт	явные	–	135	100	70	50	15
	скрытые	–	100	100	120	180	285
	полные	–	235	200	190	230	300
Влаговыделения, г/ч		–	160	160	200	305	465

Примечание: 1. приведены средние данные для взрослых мужчин. Считается, что женщины выделяют 85%, а дети – 75% теплоты и влаги, выделяемых мужчинами.

2. Тепловыделения явные учитываются при расчётах на повышение температуры воздуха, тепловыделения полные – при расчётах на повышение теплосодержания воздуха.

Приложение 3 Предельно допустимые уровни напряжённости электрической составляющей импульсных электромагнитных полей радиочастотного диапазона

Диапазон частот	Предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжённости импульсного электрического поля ¹ , В/м	ПДУ напряжённости электрического поля при 8-часовом рабочем дне, В/м
0 – 5 Гц	$E = \sqrt{\frac{3,2 \cdot 10^9}{T}}$, но не более 60000	20000
5 – 50 Гц	$E = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^8}{T}}$, но не более 35000	5000
50 – 1000 Гц	$E = \sqrt{\frac{1,6 \cdot 10^6}{T}}$, но не более 3500	447
1 – 10 кГц	$E = \sqrt{\frac{120000}{T}}$, но не более 1000	120
10 – 60 кГц	$E = \sqrt{\frac{7200}{T}}$, но не более 300	30
60 – 3000 кГц	$E = \sqrt{\frac{3200}{T}}$, но не более 200	20
3 – 30 МГц	$E = \sqrt{\frac{1800}{T}}$, но не более 150	15
30 – 300 МГц	$E = \sqrt{\frac{800}{T}}$, но не более 100	10
0,3 – 1 ГГц	$E = \sqrt{\frac{500}{T}}$, но не более 80	8

Примечание. 1. T – время воздействия, час

2. Каждый диапазон исключает нижнюю и включает верхнюю границу частоты

Приложение 4 Основные характеристики электротермических установок для индукционного и диэлектрического нагрева.

Назначение установки	Рабочая частота, кГц	Мощность, кВт
Поверхностный нагрев металлов	66 – 700	8 – 200
Сквозной нагрев металлов	66 – 5400	8 – 160
Сушка и склеивание древесины	500	50
Нагрев диэлектриков	10000 – 41000	0,6 – 40

Приложение 5 Предельно допустимые уровни электромагнитного поля непрерывного излучения для населения (табл. 1.2 ДНАОП 0.03-3.30-96)

Номер диапазона ¹	ПДУ напряжённости электрической составляющей поля
5	25 В/м
6	15 В/м
7	$3 \cdot \lg \lambda$ В/м
8	3 В/м

Примечания. 1. Номер диапазона приведен в приложении **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

2. ПДУ, приведенные в данной таблице, не распространяются на радиосредства телевидения, которые нормируются отдельно.

3. λ – длина волны в метрах

Приложение 6 Предельно допустимые уровни плотности потока энергии электромагнитного поля радиочастотного диапазона

Диапазон частот	Тип излучателя	Предельно допустимые уровни (ПДУ) плотности потока энергии ¹ , Вт/м ²	ПДУ плотности потока энергии при 8-часовом рабочем дне, Вт/м ²
300 МГц – 300 ГГц	Вращающиеся и сканирующие антенны с частотой не более 1 Гц и скважностью не меньше 50	$E = \frac{20}{T}$, но не более 10	2,5
	Остальные случаи	$E = \frac{2}{T}$, но не более 10	0,25

Примечание. 1. T – время воздействия, час

2. Каждый диапазон исключает нижнюю и включает верхнюю границу частоты

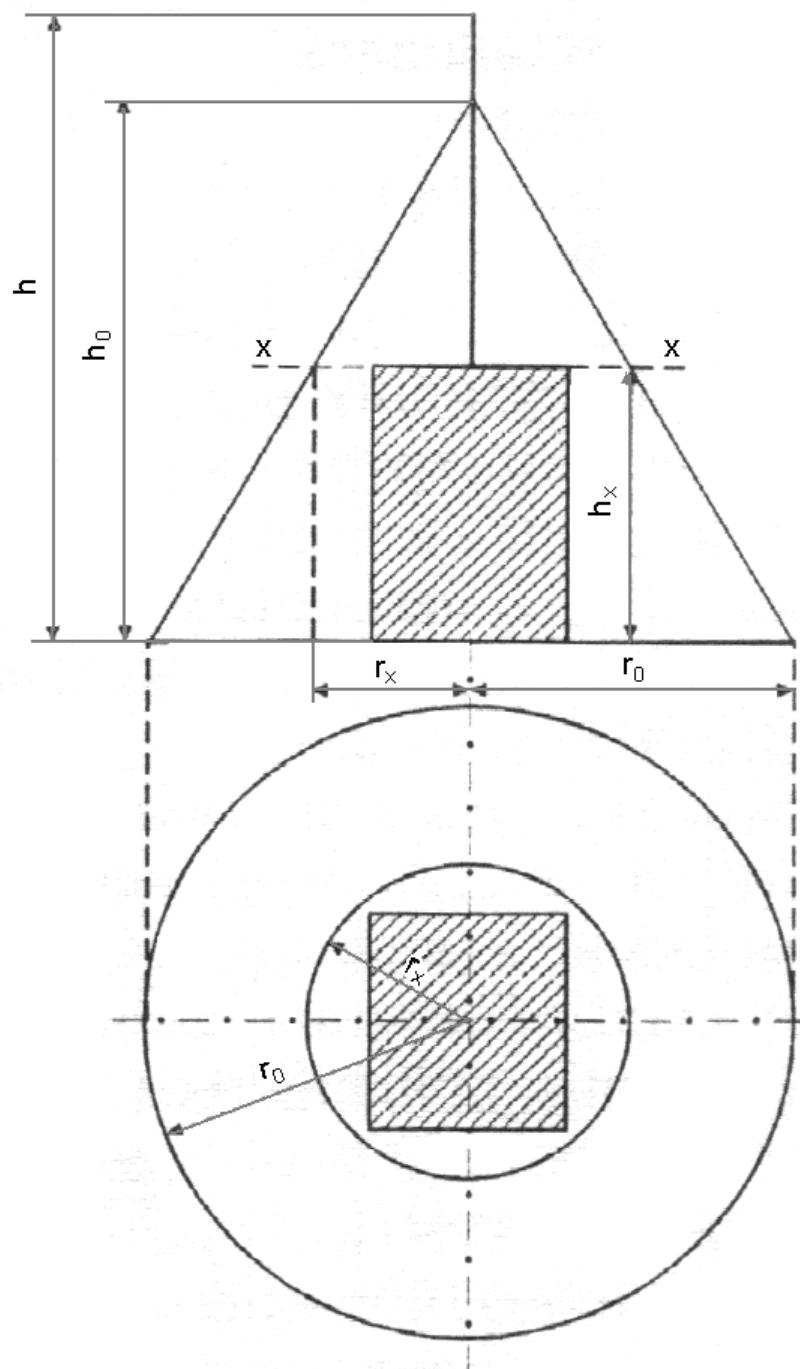
Приложение 7 Типы зон и категории устройств молниезащиты зданий и сооружений

Здание и сооружение	Местоположение	Типы зоны защиты	Категория молниезащиты
Здания и сооружения или их части, помещения, которые согласно ПУЭ относятся к классам В-I и В-II	По всей территории Украины	Зона А	I

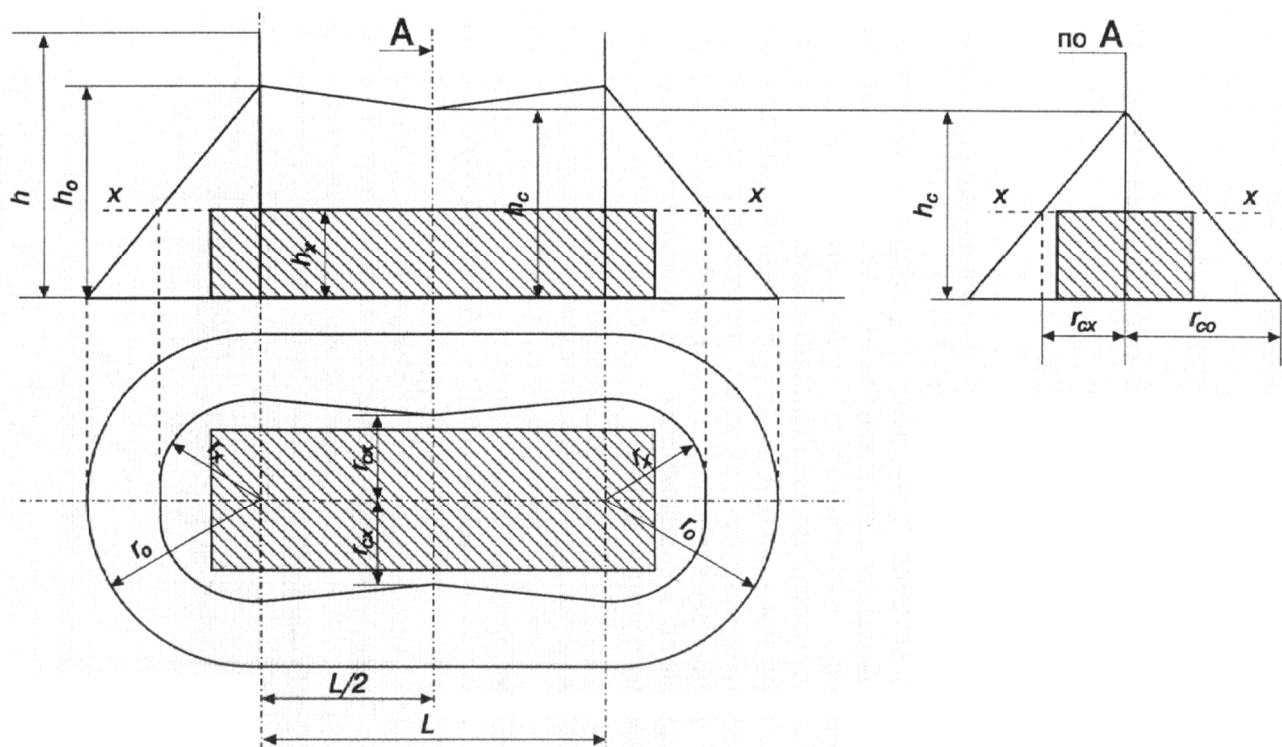
Тоже к классам В-Ia, В-Iб, В-IIa	В местностях со средней продолжительностью гроз 10 ч/год и более	При ожидаемом количестве поражений молний в год здания или сооружения $N > 1$ – зона А, при $N < 1$ – зона Б	II
Тоже к классам П-I, П-II, П-IIa	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч/год и более	Для зданий и сооружений I и II степени огнестойкости при $0,1 < N < 1$ и для III, IV и V степени огнестойкости при $0,02 < N < 1$ – зона Б, при $N > 2$ – зона А	III
Здания и сооружения III, IV и V степеней огнестойкости, в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч/год и более	При $0,1 < N < 2$ — зона Б, при $N > 2$ — зона А	III
Жилые и общественные здания, возвышающиеся более, чем на 25 м над средней высотой окружающих зданий в радиусе 400 м, а также отдельно стоящие здания высотой 30 м, удаленные от других зданий более, чем на 400м	В местностях со средней годовой продолжительностью гроз 20 ч/год и более	Зона Б	III
Здания вычислительных центров и компьютерных центров	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч/год и более	Зона Б	II

Приложение 8 Расчётные формулы для определения параметров молниеотводов высотой до 150 м

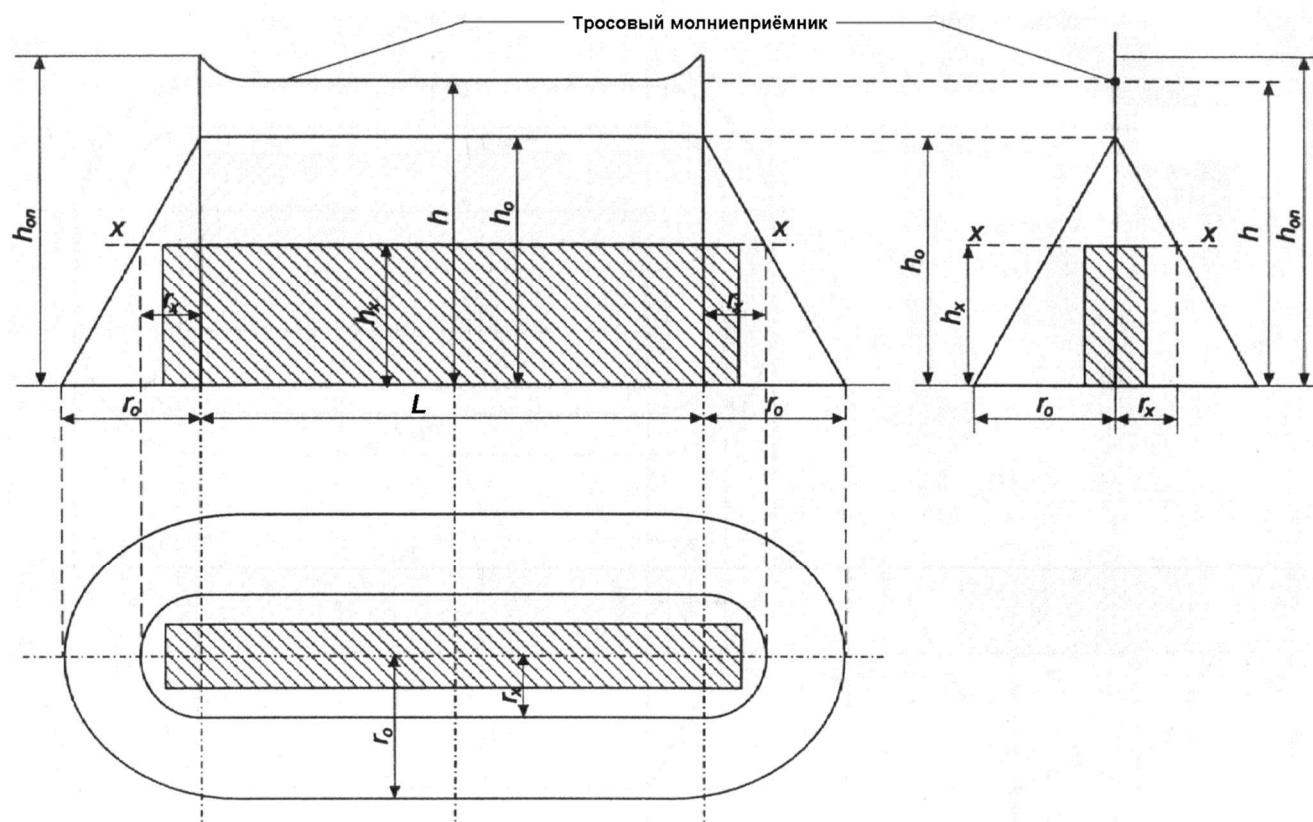
Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода



Зона защиты двойного стержневого молниеотвода

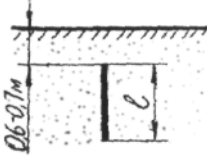

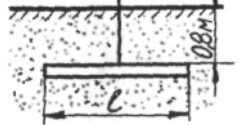
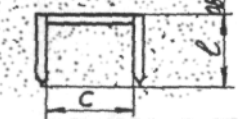
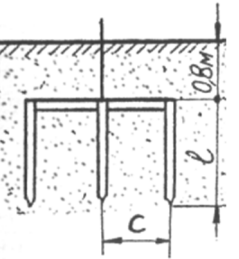


Зона защиты тросового молниеотвода



Зона	Соотношение L и h, м	Параметр	Одиночный стержневой молниевод, м	Двойной стержневой молниевод, м	Тросовый молниевод, м
А	–	h	$h = p \pm \sqrt{p^2 - q}$	$h = p \pm \sqrt{p^2 - q}$	$h = p \pm \sqrt{p^2 - q}$
	–	p	$p = 275 + \frac{h_x}{1,7}$	$p = 275 + \frac{h_x}{1,7}$	$p = 270 + \frac{h_x}{1,7}$
	–	q	$q = \frac{r_x + 1,294h_x}{0,002}$	$q = \frac{r_x + 1,294h_x}{0,002}$	$q = \frac{r_x + 1,588h_x}{0,0025}$
	–	h _o	h _o = 0,85h	h _o = 0,85h	h _o = 0,85h
	–	r _o	r _o = (1,1 – 0,002h)·h	r _o = (1,1 – 0,002h)·h	r _o = (1,35 – 0,0025h)·h
	L ≤ h	h _c	–	h _c = h _o	–
		r _{co}	–	r _{co} = r _o	–
		r _{cx}	–	r _{cx} = r _x	–
	h < L ≤ 2h	h _c	–	$h_c = h_o - (L - h) \times (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} h)$	–
		r _{co}	–	r _{co} = r _o	–
		r _{cx}	–	$r_{cx} = \frac{r_o \cdot (h_c - h_x)}{h_c}$	–
	2h < L ≤ 4h	h _c	–	$h_c = h_o - (L - h) \times (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} h)$	–
		r _{co}	–	$r_{co} = 1,4 \cdot r_o - \frac{0,2 \cdot r_o \cdot L}{h}$	–
		r _{cx}	–	$r_{cx} = \frac{r_{co} \cdot (h_c - h_x)}{h_c}$	–
	L ≤ 120	h _{оп}	–	–	h _{оп} = h + 2
120 < L ≤ 150	h _{оп}	–	–	h _{оп} = h + 3	
Б	–	h	$h = \frac{r_x + 1,63h_x}{1,5}$	$h = \frac{r_x + 1,63h_x}{1,5}$	$h = \frac{r_x + 1,85h_x}{1,7}$
	–	h _o	h _o = 0,92h	h _o = 0,92h	h _o = 0,92h
	–	r _o	r _o = 1,5h	r _o = 1,5h	r _o = 1,7h
	L ≤ h	h _c	–	h _c = h _o	–
		r _{co}	–	r _{co} = r _o	–
		r _{cx}	–	r _{cx} = r _x	–
	h < L ≤ 6·h	h _c	–	h _c = h _o – 0,14·(L – h)	–
		r _{co}	–	r _{co} = r _o	–
		r _{cx}	–	$r_{cx} = \frac{r_{co} \cdot (h_c - h_x)}{h_c}$	–
	L ≤ 120	h _{оп}	–	–	h _{оп} = h + 2
120 < L ≤ 150	h _{оп}	–	–	h _{оп} = h + 3	

Приложение 9 Типовые конструкции заземлителей молниезащиты и их сопротивление растеканию тока промышленной частоты

Тип заземлителя	Материал	l, м	с, м	Сопротивление растеканию тока промышленной частоты, Ом, при удельных сопротивлениях грунта, Ом·м			
				50	100	500	1000
<p>Вертикальный стержневой</p> 	Уголок 40x40x4	2	–	19	38	190	380
		3	–	14	28	140	280
	Сталь круглая d = 10-20 мм	2	–	24	48	240	480
		3	–	17	34	170	340
		5	–	14	28	140	440
		–	–	–	–	–	–
<p>Горизонтальный полосовой</p> 	Полоса 4x40 мм	2	–	22	44	220	440
		5	–	12	24	120	240
		10	–	7	14	70	140
<p>Горизонтальный полосовой с выводом тока в середину</p> 	Полоса 4x40 мм	5	–	9,5	19	95	190
		10	–	5,85	12	60	120
		12	–	5,4	11	54	110
		24	–	3,1	6,2	31	62
		32	–	–	–	24	48
		40	–	–	–	20	40
<p>Комбинированный двухстержневой</p> 	Уголок 40x40x4 мм, полоса 4x40 мм	2,5	3	7	14	70	140
		3	3	6	12	60	120
		2,5	6	5,5	11	55	110
		3	6	4,5	9,1	45	90
	Круглая сталь d= 10-20 мм, полоса 4x40мм	2,5	3	7,5	15	75	150
		3	3	6,8	14	70	140
		2,5	5	6	12	60	120
		3	5	5,5	11	55	110
		5	3	5,5	11	55	110
		5	5	4	8	40	80
		–	–	–	–	–	–
		–	–	–	–	–	–
<p>Комбинированный трехстержневой</p> 	Уголок 40x40x4 мм, полоса 4x40 мм	2,5	3	4	8	40	80
		2,5	6	3	6	30	60
		3	7	2,7	5,4	27	55
	Круглая сталь d= 10-20 мм, полоса 4x40мм	2,5	2,5	4,8	9,7	50	100
		3	2,5	4,4	8,9	45	90
		2,5	5	3,5	7,1	36	70
		5	6	2,7	5,4	27	55
		–	–	–	–	–	–
		–	–	–	–	–	–
		–	–	–	–	–	–

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
“ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”

КАФЕДРА «ОХРАНЫ ТРУДА И АЭРОЛОГИИ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
для проведения практических (семинарских) занятий по дисциплине базовой
части учебного плана по выбору вуза
"Основы охраны труда"

для обучающихся уровня профессионального образования "бакалавр" по направлениям подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника всех форм обучения

РАССМОТРЕНО
на заседании кафедры
охраны труда и аэрологии
Протокол № 1 от 27 августа 2020 г

УТВЕРЖДЕНО
на заседании Учебно-издательского
совета ДОННТУ
Протокол № 8 от 15 декабря 2020 г.

Донецк
2020