

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

ОХОРОНА ПРАЦІ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ ТА СИСТЕМАХ ТЗІ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

**Укладачі: В. В. Браїловський, І. М. Зушман,
В. Б. Русин**



Чернівці
Чернівецький національний університет
2018

УДК 613.6:621.39(075.8)
ББК 51.245.5я73
О 924

Друкується за ухвалою редакційно-видавничої ради
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича

Охорона праці в телекомунікаціях та системах ТЗІ : навч. посібник /
О 924 уклад. : В. В. Браїловський, І. М. Зушман, В. Б. Русин. – Чернівці :
Чернівецький нац. ун-т, 2018. – 82 с.

У посібнику викладено основи охорони праці. Зміст посібника спрямований на фахівців знань щодо стану й проблем охорони праці в галузі відповідно до напрямку їх підготовки. Проведено аналіз шляхів, методів і засобів забезпечення умов виробничого середовища та безпеки праці згідно з чинним законодавством. Розглянуті методики розрахунків природнього і штучного освітлень, захисного заземлення та засобів звукопоглинання в приміщеннях з радіоелектронним обладнанням та комп'ютерною технікою. Наведено інструкцію по техніці безпеки для студентів навчальних закладів за спеціальностями телекомунікацій та кібербезпеки.

УДК 613.6:621.39(075.8)
ББК 51.245.5я73

© Чернівецький національний
університет, 2018

ЗМІСТ

Передмова	5
РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМИ ПРОФІЛАКТИКИ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ В ГАЛУЗІ РАДІОТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ	6
1.1. Системний підхід до охорони праці	6
1.2. Загальні вимоги до поліпшення умов праці в галузі.....	7
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ЗАХОДІВ І ЗАСОБІВ ПОЛПШЕННЯ СТАНУ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА В ГАЛУЗІ	10
2.1. Фактори виробничого середовища	10
2.2. Метеорологічні умови виробничого середовища	11
2.3. Засоби забезпечення нормальних метеорологічних умов	15
2.4. Дія шкідливих речовин на організм людини. Міри захисту.....	16
2.5. Освітлення виробничих приміщень	18
2.6. Захист від виробничого шуму, вібрацій, ультразвуку	19
2.7. Засоби захисту від шуму, вібрації і ультразвуку.....	22
РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ПОЛЯ НАДВИСОКИХ ЧАСТОТ (НВЧ)	25
3.1. Джерела випромінювання НВЧ і їх дія на організм людини	25
3.2. Граничнодопустимі норми опромінення	28
3.3. Захист від дії випромінювань надвисоких частот.....	31
РОЗДІЛ 4. ЗАХИСТ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ РАДІОЧАСТОТНОГО ТА ОПТИЧНОГО ДІАПАЗОНУ	35
4.1. Характеристика розповсюдження радіомагнітного випромінювання	35
4.2. Дія електромагнітного випромінювання на організм людини. Нормування і контроль рівнів випромінювань	36
4.3. Методи розрахунку інтенсивності електромагнітного випромінювання	37
4.4. Основні засоби захисту від електромагнітного випромінювання	40
4.5. Захист від електромагнітного випромінювання оптичного діапазону	41
РОЗДІЛ 5. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА	47
5.1. Основні фактори, що визначають ступінь небезпеки ураження електричним струмом	47
5.2. Захист від ураження електричним струмом	49
5.3. Охорона праці при роботі з комп'ютером	54

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ	59
Практична робота №1. “Розрахунок штучного освітлення”	59
Практична робота №2. “Розрахунок природнього освітлення”	61
Практична робота №3. “Розрахунок захисного заземлення”	64
Практична робота №4. “Розрахунок засобів звукопоглинання в приміщеннях з комп’ютерною технікою”	67
ІНСТРУКЦІЯ ПО ОХОРОНІ ПРАЦІ	72
Список рекомендованої літератури	77

ПЕРЕДМОВА

Після проходження курсу «Охорона праці в галузі» студенти повинні **знати** про:

1. Законодавство про охорону праці в галузі;
2. Загальні закони та підзаконні нормативні акти;
3. Права, обов'язки та відповідальність працівника і керівника підприємства або закладу невиробничої сфери;
4. Державні нормативні акти про охорону праці (НПАОП), міжгалузеві та галузеві. Систему стандартів праці – державні стандарти України (ДСТУ). Міждержавні стандарти безпеки праці (ГОСТ ССТБ) та міждержавні, міжгалузеві та галузеві нормативні акти.

Вміти:

1. Використовувати знання законів про охорону праці при організації безпечної та здорової роботи, навчально-виховного процесу згідно свого фахового спрямування;
2. Користуватися гарантіями прав громадян на охорону праці: встановлення робочого часу і часу відпочинку, охорони праці жінок і молоді, пільги і компенсації за важкі та шкідливі умови праці, відшкодування шкоди потерпілим;
3. Встановлювати контроль та нагляд за станом охорони праці;
4. Організувати навчання з питань охорони праці;
5. Організувати розслідування нещасного випадку на робочому місці;
6. Організувати атестацію робочих місць за умовами праці.

РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМИ ПРОФІЛАКТИКИ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ В ГАЛУЗІ РАДІОТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

1.1. Системний підхід до охорони праці

Охорона праці являє собою комплексну наукову дисципліну, яка вивчає функціонування системи “Людина - виробниче середовище” з метою оптимізації її за критерієм безпеки.

Під безпекою розуміють такий стан умов праці, при якому виключена можливість дії на людину шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

Методологічною основою охорони праці є системний підхід, який забезпечує комплексне вивчення проблеми з урахуванням всіх взаємозв'язків і взаємовпливів.

При використанні системного підходу, в першу чергу формується мета і виробничі критерії оптимізації.

Перед цим необхідно оцінити стан охорони праці в галузі, тому що корисна діяльність людини завжди зв'язана з потенційною небезпекою.

Тому завдання охорони праці може бути визначене, як задача виключення шкідливого і небезпечного впливу факторів виробничого середовища на людину або зведення цього впливу до мінімуму.

У процесі аналізу стану охорони праці визначаються кількісні значення факторів, які характеризують умови праці, що порівнюються з їх нормативними значеннями.

Аналіз починається з виявлення потенційно небезпечних і шкідливих факторів для даної галузі, поділення всього виробничого процесу або системи на “підсистеми” з метою визначення їх взаємного впливу.

Основним об'єктом охорони праці є робоче місце – простір, в якому знаходиться людина при виконанні виробничо-технологічних функцій. Будь-який технологічний процес реалізується через систему робочих місць.

Робоче місце – основна підсистема виробничого процесу.

У результаті аналізу умов функціонування різних підсистем складається перелік потенційно небезпечних і шкідливих факторів стосовно галузі і розраховуються їх очікувані значення з врахуванням рівня значимості фактора (часу дії, кількості людей, характеру наслідків); визначаються наближенні завдання, які

забезпечують виконання цілей, що сформульовані на першому етапі.

При виборі оптимального за критерієм безпеки варіанту виробничого процесу необхідно враховувати, що головним в роботі з охорони праці є соціальний ефект, який проявляється в збереженні і зміцненні здоров'я, підвищенні ступеня задоволення працею, в зміцненні трудової дисципліни, в підвищенні престижу ряду професій, в зростанні виробничої активності та формуванні належного відношення до праці.

1.2. Загальні вимоги до поліпшення умов праці в галузі

Під умовами праці розуміють сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі праці.

Дослідження умов праці показали, що факторами виробничого середовища в процесі праці є:

- санітарно-гігієнічні умови, що визначають зовнішнє середовище в робочій зоні: мікроклімат, механічні коливання, випромінення, температура, освітлення тощо, як результат дії обладнання, сировини, матеріальних і технологічних процесів, які застосовуються;
- психофізіологічні елементи: робоча поза, фізичне навантаження, нервовопсихологічне напруження і інші, які обумовлені самим процесом праці;
- естетичні елементи: оформлення виробничих приміщень, обладнання, робочі місця, інструменти тощо;
- соціально-психологічні елементи – складові характеристики психологічного клімату.

Зазначені фактори з точки зору дії на людину поділяються на:

- активні – ті, що містять у собі енергетичний ресурс (кінематична енергія, термічні, електричні, електромагнітні, хімічні, біологічні фактори);
- активно-пасивні – ті, що активізуються за рахунок енергії людини або стану обладнання (гострі нерухомі елементи, нерівні або з малим тертям поверхні тощо);
- пасивні – ті, що діють посередньо, побічно (корозія, недостатня міцність, підвищені навантаження).

При організації умов праці необхідно також враховувати дію на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть призвести до травмування або погіршення стану здоров'я.

Шкідливі і небезпечні фактори поділяються на чотири групи:

- фізичні (рухомі машини і механізми, падаючі предмети, коливання температури, підвищення шуму, вібрація, випромінення, електричний струм, гострі краї обладнання, робота на висоті тощо);
- хімічні (хімічні речовини);
- біологічні (бактерії, віруси, гриби);
- психофізіологічні (фізичні навантаження і нервово-психічні перевантаження).

Аналіз показує, що основними причинами виробничого травматизму в галузі є такі:

- організаційні – відсутність або низька якість проведення інструктажу, порушення вимог охорони праці, відсутність контролю, невчасний ремонт або заміна несправного обладнання, незабезпечення санітарно-гігієнічних вимог тощо;
- технічні – невідповідність з вимогами охорони праці або несправність виробничого обладнання, інструменту і засобів захисту;
- психофізіологічні – помилкові дії внаслідок втоми працюючих, монотонність праці, хвороби, необережність.

Звідси випливає, що першочерговими напрямками профілактики виробничого травматизму в галузі є:

- аналіз причин травматизму;
- визначення найбільш травмонебезпечних ділянок та робочих місць і встановлення за ними постійного контролю;
- забезпечення високої дисципліни праці шляхом встановлення відповідних працівників відповідальними за стан охорони праці на всіх рівнях управління галуззю;
- впровадження автоматизованої системи управління охороною праці в галузі;
- підвищення рівнів навчання, атестації, інструктажів згідно з розробленим положенням про навчання працівників охорони праці в галузі;

- виконання комплексних заходів усіх структурних підрозділів щодо досягнення встановлених норм безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, підвищення рівня охорони праці, запобігання випадкам виробничого травматизму, професійних захворювань і аварій.

Для зменшення втомленості і створення комфортних умов праці необхідно організовувати:

- раціональний режим праці і відпочинку (тривалість робочого дня, вихідні дні, обідні перерви, технічна перерва, відпустка);
- кабінети професійної діагностики, де проводиться перевірка працівників на відповідність їх фізіологічних, психологічних і антропометричних показників характеру робіт;
- періодичні медогляди;
- естетику виробництва, а саме робочі місця, обладнання, інструменти;
- нормальний психологічний клімат.

Недотримання вищезазначених вимог або порушення їх призводять до травматизму.

Питання охорони праці тісно пов'язані з інформаційною сферою. Відповідно до усталених поглядів інтереси особистості в інформаційній сфері полягають у наступному:

- у реалізації конституційних прав людини та громадянина на доступ до інформації, на використання інформації в інтересах здійснення не забороненої законом діяльності, фізичного, духовного та інтелектуального розвитку;
- у захисті інформації, що забезпечує особисту безпеку.

До інтересів суспільства в інформаційній сфері належать:

- забезпечення інтересів особистості в цій сфері;
- зміцнення демократії;
- створення правової соціальної держави;
- досягнення та підтримання суспільного спокою;
- духовне відновлення держави.

Інтереси держави в інформаційній сфері полягають у створенні умов для гармонійного розвитку державної інформаційної інфраструктури, для реалізації конституційних прав і свобод

людини та громадянина в галузі одержання інформації та користування нею з метою забезпечення непорушності конституційного ладу, суверенітету та територіальної цілісності держави, політичної, економічної та соціальної стабільності, у безумовному забезпеченні законності та правопорядку, розвитку рівноправного та взаємовигідного міжнародного співробітництва.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ЗАХОДІВ І ЗАСОБІВ ПОЛІПШЕННЯ СТАНУ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА В ГАЛУЗІ

2.1. Фактори виробничого середовища

Сукупність факторів виробничого середовища, що впливають на працездатність людини в процесі роботи, складають умови праці.

Умови праці – складне об'єктивне суспільне явище, що формується в процесі роботи під дією взаємозв'язаних факторів соціально-економічного, технічно-організаційного та природного характеру і впливає на умови існування людини.

Існує сукупність факторів, що забезпечують необхідні умови праці, а саме:

1. Санітарно-гігієнічні – забезпечують зовнішнє середовище робочої зони, яке формується в залежності від виду обладнання і технічних процесів: метеоумови, шкідливі речовини, освітлення, шум, вібрація, ультразвук, випромінення, радіація, електромагнітні поля, професійні інфекції і біологічні фактори. Всі ці фактори оцінюються кількісно і нормуються.
2. Психофізіологічні фактори: фізичні та нервово-психічні навантаження, робоча поза, монотонність процесу праці, режим праці і відпочинку, травмонебезпека. Вони обумовлені самим процесом праці.
3. Естетичні фактори: світлокольорова композиція, звукове середовище, ароматичність запахів, інтер'єр робочої зони приміщень, технологічне обладнання, озеленення, гармонійність робочих поз і рухів в праці.
4. Соціально-психологічні фактори: характер психологічного клімату, згуртованість колективу, характер відносин, соціально-економічні відношення.

Санітарно-гігієнічні фактори, діючи на організм людини, викликають у ньому пристосувальні функції, які спрямовані на виключення або зменшення руйнівної чи небезпечної дії факторів умов праці (метеоумов, освітлення, шуму) і зберігання характеристик життєдіяльності організму (температури, тиску тощо). Гігієна праці вивчає вплив на здоров'я працюючих фізичних, хімічних, електротехнічних та електрофізичних факторів виробництва та її метою є розроблення заходів, спрямованих на запобігання профзахворюванням та поліпшення умов праці.

2.2. Метеорологічні умови виробничого середовища

Стан навколишнього середовища характеризується такими метеорологічними умовами: температурою, вологістю, тиском і швидкістю руху повітря. Розглянемо по чергово кожен з цих умов.

Температура. Зміна температури (тепла і холоду) металевих конструкцій призводить до зміни їх стану: прискорення хімічних реакцій, деформації елементів конструкцій, зміни параметрів конструкцій, розкладання деяких органічних ізоляційних матеріалів. При відносно високих перепадах температур більшість органічних ізоляційних матеріалів розтріскуються, відходять від основи і відриваються від стінки корпусу. Багато матеріалів, гнучких і еластичних в нормальних умовах, при низьких температурах стають крихкими і ламаються. Величина лінійної зміни розмірів радіодеталей характеризуються коефіцієнтом лінійного розширення матеріалу, який знаходиться в межах $0,9 \cdot 10^{-6} - 99 \cdot 10^{-6}$ 1/град.

Різниця в лінійних розширеннях матеріалів або деталей є причиною порушення цілісності конструкцій, зварних і паяних швів, порушення герметичності. Тонкі монтажні проводи з великим попереднім натягом при пониженні температури обриваються. Підвищена температура шкідливо впливає на параметри всіх елементів конструкцій, а циклічні її зміни – для багатьох вузлів є надто небезпечні.

Тепловий режим конструкцій характеризується сумою температур всіх елементів, тобто тепловим полем. Для забезпечення теплового режиму радіоелектронних систем (РЕС) використовуються системи забезпечення нормального теплового режиму (СЗНТР), кожна з яких характеризується особливостями структури, інтенсивністю тепловідводу, технічними показниками.

Особливості структури СЗНТР визначаються:

- режимом роботи системи, який залежить від співвідношення температури зовнішнього середовища і РЕС;
- характером зв'язку холодоагента із зовнішнім середовищем;
- режимом роботи РЕС (неперервний, періодичний);
- способом поглинання тепла (за рахунок термоакумулятивних якостей навколишнього середовища і матеріальних конструкцій, за рахунок термоелектричного ефекту тощо);
- способом передачі тепла.

Якщо середня температура навколишнього середовища близька нормальній для РЕС, то система повинна забезпечити ізоляцію від впливу швидких змін температури зовнішнього середовища за рахунок використання пасивних (теплоізоляція, відбивні покриття) та активних (нагрівання, охолодження, реверс) систем термостатування.

Якщо середня температура навколишнього середовища значно відрізняється від нормальної для РЕС, то використовуються системи нагрівання або охолодження РЕС. Якщо об'єкт не містить нестабільних джерел тепла і має невелику теплопровідність зовнішніх електрозв'язків, захист його від зовнішніх теплових дій можна здійснити за допомогою теплоізоляції: вакуумної (судина Дьюара) або електронно-вакуумної.

Можливості того чи іншого виду СЗНТР і їх конструкція визначається способом передавання теплоти: теплопровідністю, конвекцією, випроміненням. У реальних умовах як правило має місце одночасна дія всіх трьох видів теплообміну, але в кожного виду існують свої закони його здійснення.

Висока температура навколишнього середовища негативно впливає на самопочуття працюючих, розслаблюючи організм, викликаючи втомленість, перегрівання, потовиділення.

Терморегуляція організму – спроможність організму підтримувати нормальну температуру тіла за рахунок теплоутворення і тепловіддачі.

Робота в умовах пониженої температури призводить до переохолодження тіла, що супроводжується виникненням

простудних захворювань, а при довгочасній дії – до виникнення таких захворювань, як радикуліт, невралгія, ревматизм, бронхіт.

Нормальне протікання фізіологічних процесів в організмі людини можливе лише тоді, коли кількість тепла, що виділяється, безперервно виводиться в навколишнє середовище.

Вологість. Під дією вологи змінюється колір, ступінь шорсткості, електропровідність, поверхнева стійкість металевих поверхонь. Швидкість атмосферної корозії залежить від вологості, наявності корозійних газів і температури. Процес атмосферної корозії гальмують: поверхневі плівки на металах, окиси алюмінію та титану.

Дія вологи на металеві частини РЕА наступна: послаблює з'єднання; гвинтові деталі важко роз'єднати; поверхні голих обмоток котушок індуктивності, об'ємних контурів і хвилеводів зменшують свою провідність на 20-30%; латунні деталі в місцях великих механічних напруг ламаються; поверхні срібних дзеркал тьмяніють. Контактна корозія шкідливіша ніж атмосферна. Вона вражає з'єднання металів з різними потенціалами (наприклад, алюміній з потенціалом – 1,3 і мідь з потенціалом – 0,4), при цьому руйнується матеріал з більш від'ємним потенціалом. Сильно кородують і руйнуються зварні з'єднання, з'єднання з алюмінієвих та магнієвих сплавів зі стальними або мідними деталями.

Від підвищеної вологи, крім корозії, утворюються непровідні плівки на контактних поверхнях, причому, перемикачі і реле можуть вийти з ладу через 50-100 годин.

Волога створює на поверхні керамічних матеріалів тонку водяну плівку, яка знижує поверхневий опір (у 100-1000 разів), діелектричні властивості і проникливість (у кілька разів).

Параметри фторопласта та матеріалів на кремній-органічній основі під дією вологи практично не змінюється.

Невеликі розміри і велика рухомість молекул води сприяє проникненню її в товщину неметалевих матеріалів, особливо пористих, шаруватих, з неорганічними наповнювачами текстоліту, гетинаксу, склотекстоліту, пресованих порошків з наповнювачами, полістиролу, поліетилену. Діелектрична проникність вологого повітря впливає на параметри РЕА, змінюючи ємність між елементами деталей.

Волога у вигляді конденсату, який може утворюватися на поверхнях деталей при швидкій зміні температури від від'ємної до

додатньої, дуже шкідлива. У процесі виробництва, зберігання і експлуатації РЕА може потрапляти під дію вологи, що існує в навколишньому середовищі, внутрішньому середовищі гермоблоків, матеріалах конструкцій, а також у матеріалах, що використовуються при виготовленні РЕА (електролітах, лугах, засобах миття). Рідкі метали, що використовуються в технологічних процесах є джерелами забруднення, вологи. До рідких металів відносяться електроліти, травники, мийні засоби, гліцерин, флюси, пил.

Зволоження органічних матеріалів супроводжується наступними явищами: збільшення діелектричної проникності, зменшення об'ємного опору, зменшення електричної і механічної стійкості, зміною геометричних розмірів і форми, зміною якостей мастил. Це призводить до збільшення ємності (в тому числі, паразитної), зменшення надійності контурів, зниження пробивної напруги і появи відмов РЕА.

Рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла з поверхні тіла шляхом конвекції, але є несприятливим фактором при низькій температурі.

Барометричний тиск – це єдиний з факторів виробничого середовища, який ми не можемо регулювати.

Параметри мікроклімату мають суттєвий вплив на продуктивність праці і на травматизм. Вплив температури повітря на середню продуктивність праці представлена графіком на рис. 2.1.

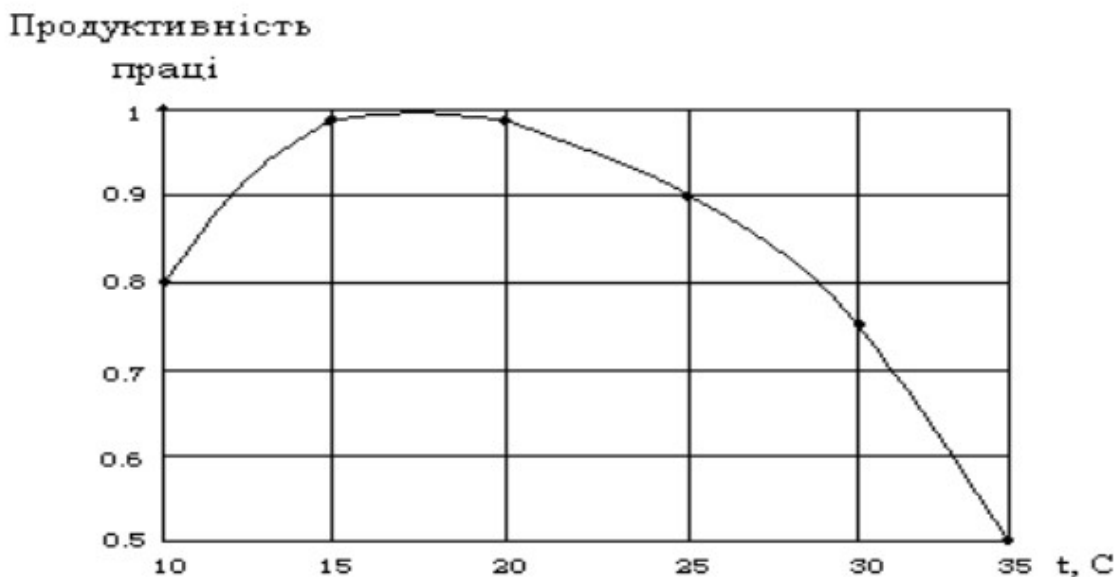


Рис. 2.1. Вплив температури повітря на продуктивність праці

2.3. Засоби забезпечення нормальних метеорологічних умов

Найбільш ефективним заходом нормалізації мікроклімату є попередження надходження надлишкового тепла і вологи в повітря виробничих приміщень шляхом використання термоізоляції нагрітого обладнання, комунікацій.

Підвищеними тепловиділеннями характеризуються генераторні зали, радіопередавачі, передавачі телевізійних сигналів, обчислювальні центри. Температура на поверхні теплоізоляції не повинна перевищувати 45 °С, а для обладнання, всередині якого температура дорівнює 100 °С або нижча – не більше 35 °С. Якщо таких температур ізоляцією досягти неможливо, застосовують інші заходи. Системи повітряного конвективного теплообміну використовують в 90-95 % наземних РЕС.

Для інтенсифікації повітряного охолодження використовують теплообмінники з розвиненою поверхнею. Для повітряного охолодження стояків, шаф, пультів і блоків часто використовують малогабаритні вентилятори, а для охолодження складних стаціонарних РЕС – відцентрові вентилятори або рідинні конвективні системи охолодження.

Однією з найбільш ефективних випарювально-конденсаційних систем є тепловивідні пристрої, принцип дії яких оснований на випарюванні рідини в зоні підводу тепла, передавання тепла з потоком пари, конденсації пари в зоні відведення тепла і повернення нагрітої рідини назад за рахунок капілярних або гравітаційних сил.

Для поліпшення тепловідведення в конструкції РЕС використовують матеріал з високою теплопровідністю (полікор, кераміка, оксид берилію, мідь, алюміній, теплопровідний клей), а також вживаються заходи для виключення повітряних проміжків у місцях теплових контактів.

Тепловідведення від радіо компонентів, що встановлені на друкованих платах здійснюється за допомогою тепловідвідних шин. Існує тепловідведення з використанням термоелектричного ефекту. Побудова термобатарей здійснюється шляхом послідовного з'єднання напівпровідників р- та n-типу. Для забезпечення надійності функціонування РЕА при дії вологи застосовують вологозахисні конструкції.

Крім цих засобів використовують повітряні і водяні душі, екранування (відбивні і поглинаючі екрани) і вентиляцію.

2.4. Дія шкідливих речовин на організм людини. Міри захисту

Виробничий пил. Пил, що осів на поверхню деталей, сприяє конденсації вологи, інтенсифікує корозію і процеси погіршення якості ізоляційних матеріалів. Пил на поверхні ізоляційних матеріалів не тільки понижує поверхневий опір на декілька порядків, але й зменшує напругу поверхневого пробоя. Поле високої напруги постійного струму сприяє концентрації пилу (наприклад, на телевізійній трубці). Проникаючи між пластинами конденсатора змінної ємності, пил знижує його пробивну напругу, збільшуючи ємність і втрати.

За хімічним складом пил поділяється на:

- органічний – пил рослинного або тваринного походження;
- неорганічний – пил мінеральний, вугільний, скляний, кварцовий, глиняний;
- змішаний.

Токсичний пил (з'єднання миш'яку, свинцю) викликає отруєння. Нетоксичний пил призводить до захворювання легенів. Дія пилу на організм людини залежить від хімічного складу, форми частинок, розчинності, електростатичних властивостей, концентрації.

Вирішальне значення має концентрація пилу, яка обмежується гранично допустимою величиною (ГДВ).

Шкідливі речовини. Речовини, що мають здатність порушувати нормальну життєдіяльність організму і призводити до перехідних або стійких патологічних змін, називаються *отруйними*. Отруйні речовини добре розчиняються в біологічних середовищах, потрапляють в кров і викликають порушення нормальної життєдіяльності.

За фізіологічною дією шкідливі речовини поділяються на такі групи:

1. обпікаючі (кислоти, луги, гашене вапно, аміак);
2. подразнюючі – речовини, які викликають подразнення органів дихання (хлор, окиси азоту, сірковий і сірчаний ангідрид, фосген тощо);
3. кров'яні – змінюють склад гемоглобіну та ферментів крові (чадний газ, бензол, толуол, сірководень, свинець);

4. нервові – викликають розлад нервової системи (бензин, сірководень, метиловий спирт, тетраетил свинець);
5. ферментні – викликають такі зміни в організмі, внаслідок яких настає киснєве голодування (синильна кислота, ртуть);
6. печінкові – фосфор, хлоровані вуглеводні;
7. мутагени – впливають на генетичний апарат (етіленамін, хлоровані вуглеводні, сполуки свинцю, ртуті);
8. алергени – викликають зміни в реактивності (реактивній здатності) організму (сполуки нікелю, алкалоїди);
9. канцерогени – кам'яно-вугільна смола, ароматичні аміни.

Склад повітря в робочій зоні повинен систематично контролюватися на вміст в ньому парів, газів і пилу. Періодичність контролю і місце відбору проб встановлюють з врахуванням місцевих умов, класу небезпеки шкідливих речовин, їх кількості, ступеня небезпеки ураження працюючих.

Захист від дії шкідливих речовин включає комплекс технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-професійних заходів.

У цілому всі заходи по боротьбі з забрудненням виробничих приміщень зводяться до таких:

- організація технологічного процесу згідно з вимогами інструкцій з техніки безпеки;
- удосконалення технологічного процесу і обладнання;
- заміна токсичних речовин на нетоксичні і шкідливих на нешкідливі;
- автоматизація, механізація, дистанційне управління;
- герметизація і теплоізоляція обладнання;
- організація місцевої і загальної вентиляції, кондиціонування;
- винесення робочих місць оператора в окремі приміщення;
- плановий контроль повітря робочої зони на вміст шкідливих речовин, пилу і метеоумов;
- переміщення сипучих і пилових токсичних матеріалів у закритій тарі з застосуванням механізованих видів переміщення;
- санітарно-технічна пропаганда й інструктаж;
- додержання встановленого режиму роботи і відпочинку;

- застосування лікувально-профілактичних заходів (медогляди, лікування, відпочинок);
- застосування індивідуальних засобів захисту (распіраторів, протигазів, спецодягу, окулярів).

2.5. Освітлення виробничих приміщень

Раціональне освітлення виробничих ділянок є одним з найважливіших факторів попередження травматизму і професійних захворювань. Правильно організоване освітлення створює комфортні умови праці, підвищує працездатність і продуктивність праці.

До аварійності і травматизму призводять лампи, що сліплять; їх блиск або тінь, пульсація світла, зміна кольорів навколишніх предметів, недостатня і надмірна освітленість, неправильне направлення світла. Недостатність світла призводить до напруження зору, послаблення уваги, веде до втомлюваності, що може призвести до травматизму. Надлишок світла викликає осліплення, подразнення і біль в очах, що також веде до травматизму і профзахворювань. Неправильне направлення світла на робоче місце може створити різні тіні, блиски, дезорієнтувати працюючого і бути причиною нещасного випадку.

Стан функції зору, працездатність зорової системи людини визначаються наступними показниками:

- гострота зору – величина, обернено пропорційна найменшій відстані між двома точками, при якій вони бачаться окремо і залежить від освітленості, контрасту між об'єктами і фоном, відстані до об'єкта;
- контраст об'єкта спостереження і фону – різниця між їхніми яскравостями;
- швидкість розрізнення відноситься до тимчасових характеристик зорового аналізатора – здатність очей швидко розрізняти об'єкти спостереження і безпеку роботи;
- час ясного бачення – час, протягом якого око людини зберігає здатність ясно розрізняти об'єкт, який розглядає;
- осліпленість – зниження бачення при появі в полі зору осліплювальних блискучих джерел світла;

- критична частота мерехтінь – мінімальна частота, при якій переривчасте відображення сприймається як неперервне і залежить від яскравості об'єкту і його кутових розмірів;
- зорова адаптація – пристосованість до змінних рівнів освітленості;
- кольорове сприйняття – сприйняття спектрального складу світла.

Аналіз дії світла на організм людини й основних якостей зорового сприймання дозволяє сформулювати основні вимоги до виробничих приміщень, які полягають в забезпеченні достатньої освітленості робочих поверхонь, рівномірності розподілення яскравості, відсутності глибоких і різких тіней, постійної освітленості в часі.

У виробничому приміщенні використовують природне, штучне і суміщене освітлення.

2.6. Захист від виробничого шуму, вібрацій, ультразвуку

Під шумом розуміють набір багаточисельних звуків, які швидко змінюються за частотою, силою і складаються з ряду гармонік.

З фізичної точки зору звуки є механічними коливальними рухами частинок пружного середовища в діапазоні частот, що чує людина. Звукові гармоніки розповсюджуються у вигляді хвиль.

Шум є загально-біологічним подразником, діє не тільки на органи слуху, але може викликати порушення роботи серцево-судинної і нервової систем, зумовлювати професійні захворювання.

Основними характеристиками звукових коливань є інтенсивність (сила), частота і форма звукової хвилі.

Інтенсивність визначається енергією, що переноситься за 1 с звуковою хвилею через поверхню площею 1 м^2 , яка перпендикулярна напрямку розповсюдження звукової хвилі.

Одиниця вимірювання – $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Інтенсивність звуку можна визначити через звуковий тиск, який являє собою різницю між миттєвим значенням тиску в даній точці середовища при проходженні через неї звукових хвиль і середнім значенням тиску, яке існує в тій же точці при відсутності звуку (Па).

Діапазон тисків, що сприймає вухо людини, дуже широкий ($10^{-12} \text{ Вт}/\text{м}^2$ – поріг больового відчуття, верхня межа), тому

інтенсивність звуку виражають у логарифмічних характеристиках, використовуючи параметр, який називають рівнем звукового тиску – децибел (Дб) і визначають за формулою

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

де P – середньоквадратичне значення звукового тиску в точці виміру, Па; P_0 – порогове значення звукового тиску, яке дорівнює $2 \cdot 10^{-5}$ Па або 10^{-12} Вт/м².

Діапазон слухового сприйняття частоти лежить у межах від 20 до 20 000 Гц. У цьому діапазоні спектру мовлення людини відповідає частота 200-3500 Гц. Для оцінки дії звуку на людину весь частотний діапазон розбивають на октави, які стандартизовані і складають ряд 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; 16000 Гц. Октави характеризуються середньо геометричним значенням частот. Наприклад, октава 90-125 Гц визначається як октава з середньо геометричною частотою 125 Гц. Частотний склад характеризується його спектром.

Спектр шуму – залежність рівнів звукового тиску від частоти.

Розрізняють спектри: вузько смугові (дискретні), в яких окремі синусоїдальні складові розділені частотними проміжками без коливань, і широко смугові (суцільні), які складаються з синусоїдальних складових, безперервно розподілених на шкалі частот, і тональні, які утворюються окремими звуками, що мають фіксовані частоти. Дискретні спектри характерні для періодичних коливань, а суцільні – для коливань, що мають раптовий характер (неперіодичний). Спектр шуму представлений у вигляді таблиць або графічно.

За часовими характеристиками розрізняють постійні (середній рівень звуку за 8-годинний робочий день змінюється не більше як на 5 дБ) і непостійний шуми.

У свою чергу непостійні шуми бувають коливальними (рівень звуку безперервно змінюється), безперервними (рівень звуку різко падає до рівня фонового) й імпульсними (складається із звукових сигналів тривалістю до 1 с і відрізняється від фону не менше 10 дБ). Інтенсивність, частота і форма звукової хвилі є фізичними (об'єктивними) характеристиками звукових хвиль, за їх допомогою неможливо кількісно оцінити вплив звуку на людину.

Слухове відчуття характеризують параметри, які є суб'єктивними аналогами фізичних величин, розглянутих вище.

До таких аналогів відносяться: гучність, висота і тембр звуку.

Для вимірювання шуму використовують шумоміри з відповідними фільтрами і частотними аналізаторами.

З розвитком промисловості все більший контингент людей підпадає під вплив вібрацій, які являють собою механічні коливання, що передаються тілу людини.

Основні параметри вібрацій – частота і амплітуда коливань, але на відміну від шуму, при якому енергія механічних коливань передається через повітряне середовище, при дії вібрацій вона розповсюджується по тканинах і викликає їх коливання або тіла людини в цілому. Найбільш небезпечна вібрація частотою 16-250 Гц, дія якої призводить до вібраційної хвороби.

Нормування шуму здійснюється згідно з “Санітарними нормами допустимих рівнів шуму на робочих місцях”.

В Україні застосовується принцип нормування шуму на основі граничних спектрів (гранично допустимих рівнів звукового тиску) в октавних смугах частот та еквівалентних рівнів звуку.

Гранично-допустимі рівні шумів санітарними нормами встановлені для кожного класу:

- для високочастотних шумів (вище 800 Гц) – 75-85 дБ;
- для середньо частотних шумів (300-800 Гц) – 85-90 дБ;
- для низькочастотних шумів (до 300 Гц) – 90-100 дБ.

Шумові явища мають якість кумуляції, накопичуючись в організмі, вони все більше і більше пригнічують нервову систему. Відомо, що після шумової дії інтенсивністю 120 дБ протягом однієї години потрібно 5 годин, щоб гострота слуху повернулася до норми.

Стабільні широкосмугові шуми, які перевищують граничний рівень, викликають зниження темпу, ефективності й якості роботи операторів.

В основу гігієнічних норм покладені такі принципи:

- обмеження інтенсивності звукового тиску в межах октави;
- врахування характеру шуму;
- врахування особливостей трудової діяльності.

Ультразвук. Ультразвук широко застосовують у технологічних процесах виготовлення радіоелектронної апаратури (промивка деталей, зварювання мініатюрних вузлів тощо) з частотою вище

20 кГц. При цьому густина енергії ультразвукових коливань у мільйони разів більша густини енергії звуків, які ми чуємо. Тому під його дією відбувається нагрівання тіла, а при дії коливань через рідкі і тверді середовища відбувається розривання і руйнування тканин. Захист від ультразвуку, який діє через повітряне середовище, досягається шляхом звукоізоляції установок (листова сталь, дюралюміній, що обклеєні гумою або руберойдом, гетинакс) або розміщення їх в окремій звукоізолюючій кабіні. Ультразвукові установки повинні мати блокування, яке відключає генератор ультразвукових коливань в момент відкривання кришок або кожухів.

2.7. Засоби захисту від шуму, вібрації і ультразвуку

Для запобігання шкідливої дії шуму і вібрації на організм працюючих проводяться технічні, організаційні і медико-профілактичні заходи.

Одним з основних технічних заходів є зменшення при експлуатації та на стадії проектування, конструювання обладнання причин шуму і вібрації в самому джерелі утворення. Досягають цього завдяки використанню раціональної конструкції обладнання, заміни ударної дії деталей і машин коливальною, з'єднання елементів гнучкими зв'язками, врівноважування обертових частин механізмів, заміни металевих деталей пластмасовими, забезпечення різних власних частот коливань механізму з частотою збуджуючої сили. Аеродинамічний шум може бути зменшений застосуванням глушників та повітропроводів зі змінним перерізом. Шум трансформаторів (електромагнітний шум) знижується, якщо застосувати листи заліза як складових осердя трансформатора з малою магнітострикцією, серцевини.

Якщо неможливо ізолювати чи знизити шум і вібрацію самого джерела, потрібно:

- ізолювати джерело шуму або вібрації від навколишнього середовища засобами вібро- та звукоізоляції;
- раціонально планувати виробничі приміщення, що мають інтенсивні джерела шуму;
- збільшувати звукопоглинання внутрішніх поверхонь приміщення шляхом звукопоглинальних покриттів.

Принцип роботи звукоізоляційних екранів оснований на відбиванні звукової хвилі від різних екранів, стін, кожухів

обладнання. Шумливі агрегати слід закривати звукоізоляційними кожухами з виводом назовні органів керування та контрольних приладів. Звукоізоляційні екрани виготовляють з металу, деревини, пластмаси та інших щільних матеріалів. Екрани зсередини покривають звукопоглинаючими матеріалами (скловатою пінополіуретаном), а по периметру кожуха – віброізоляційними підкладками (гума).

Вихідними даними для розрахунку параметрів необхідного екрану є спектр шуму, який необхідно ослабити, кількість екранів, через які проходить шум, їх площа, акустичні характеристики приміщення.

За розрахованими значеннями необхідної звукової ізоляційної здатності екрану підбирається матеріал конструкції й екрану.

Принцип звукопоглинання оснований на явищі трансформації коливальної енергії звуку в теплову через втрати при терті. Найбільші втрати при терті мають пористі, волокнисті і перфоровані матеріали: поролон, пемзолітові і деревоволокнисті плити тощо.

Енергія звукової хвилі переходить у теплову енергію, причому, ефект звукоізоляції збільшується з ростом частоти звукової хвилі. Звукопоглинаючими матеріалами оббивають стелі, стіни. Щоб одержати ефективну звукоізоляцію, найбільш доцільно застосовувати багат шарові огороження з м'якими прошарками (мінеральна вата).

Важливим технічним рішенням у забезпеченні виробничих умов є вдосконалення ручних віброінструментів. Для цього використовують віброгасіння, змінюють ударний вузол, проводять балансування частин, що обертаються.

Послаблення локальної вібрації і передачі вібрації на підлогу і сидіння досягається засобами віброізоляції і вібропоглинання, застосуванням пружинних і гумових амортизаторів, прокладок тощо. Для обмеження поширення вібрацій через ґрунт, між фундаментом і ґрунтом залишають повітряні проміжки, які називаються акустичними розривами.

В останні роки знаходять застосування динамічні віброгасники, в яких створюються вібрації, що співпадають по частоті і протилежні по фазі вібрації машини, коливання якої необхідно зменшити.

До організаційних заходів по боротьбі з шумом та вібрацією на виробництві відносяться: впровадження раціонального режиму праці і відпочинку, обмеження часу роботи при використанні ручного інструменту, який створює вібрацію.

Глушники звуку застосовуються для зменшення шуму аеродинамічних установок (вентиляторів, пневмоінструментів, газотурбінних, дизельних, компресорних установок). Вони поділяються на активні, які поглинають звукову енергію, що на них поступила, і реактивні, які відбивають цю енергію. Потужні джерела шуму як правило розміщують в окремих приміщеннях, які віддалені від постійних робочих місць.

Ізоляційні кабінки або екрани застосовують як екрани робочих місць для зменшення зовнішніх шумів.

Якщо не вдається зменшити рівень шуму і вібрації на робочому місці до нормативних значень та необхідно використовувати засоби індивідуального захисту: рукавиці, взуття, навушники, м'які шоломи, які зменшують рівень звукового тиску на 40-50 дБ.

У процесі виробництв, експлуатації і зберігання радіоелектронних засобів можуть виникати механічні і динамічні дії, що характеризуються широким діапазоном частот коливань, а також амплітудою, прискоренням і часом дії. Рівень механічних дій визначається умовами транспортування й експлуатації.

Необхідно розрізняти два види механічних дій: удари і вібрації. Удар виникає, коли апаратура отримує швидку зміну прискорення (піддаються удару входи кабелів, джгути, резистори, конденсатори, напівпровідникові діоди і тріоди, силові трансформатори, дроселі тощо). Вібрації – довготривалі знакозмінні процеси, які впливають на роботу апаратури при безпосередньому контакті з джерелом коливань або через повітряне середовище.

У результаті дії вібрацій і удару можуть бути наступні ушкодження апаратури: порушення герметичності через псування паяльних, зварних і клеєних швів і появи тріщин у метало-скляних спаях; повне руйнування корпусів або окремих їх частин через механічний резонанс або циклічну втому; обривання монтажних зв'язків, відшарування багат шарових друкованих плат, руйнування підставок; вихід з ладу електричних контактів; модуляція розмірів хвилеводних трактів; коаксіальних кабелів, конденсаторів змінної ємності, коливальних контурів,

електровакуумних приладів, зміщення положення органів настроювання і управління.

Під впливом вібрацій може статись зміна параметрів напівпровідникових приладів, вольт амперних характеристик діодів, транзисторів. Все це призводить до руйнування конструкцій за рахунок явищ втоми.

Радіоелектронна апаратура (РЕА) повинна мати віброміцність, вібростійкість, ударостійкість.

Захист РЕА здійснюється наступними групами методів:

- зменшується інтенсивність джерел вібрації шляхом балансування, зменшення зазорів, віброізоляції джерела вібрацій;
- зменшується величина дій, що передається апаратом шляхом віброізоляції, демпфірування, виключення резонансів, активного віброзахисту за допомогою ексцентриків, маятників, гіроскопів;
- використання найбільш добротні і жорсткі компоненти і вузли;
- застосовуються амортизатори.

РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ПОЛЯ НАДВИСОКИХ ЧАСТОТ (НВЧ)

3.1. Джерела випромінювання НВЧ і їх дія на організм людини

Надвисокочастотні електровакуумні прилади (магнетрони, клістроли, лампи біжучої хвилі, лампи зворотної хвилі і т. д.) міліметрового, сантиметрового і дециметрового діапазону, які є джерелом НВЧ-енергії, знайшли широке застосування в радіоастрономії та зв'язку (телеметрії, радіолінійних і космічних систем зв'язку, телебаченні, радіуправлінні). Для тих чи інших галузей застосування апаратури НВЧ використовують різні піддіапазони частот.

Поділ хвиль	Довжина хвиль	Назва діапазону	Частоти	Поділ частот	
				№ діапазону	Назва
Наддовгі хвилі(НДХ)	10-100 км	Міраметрові хвилі	3-30 кГц	4	Дуже низькі радіочастоти(ДНЧ)
Довгі хвилі(ДХ)	1-10 км	Кілометрові хвилі	30-300 кГц	5	Низькі радіочастоти(НЧ)
Середні хвилі(СХ)	100-1000 м	Гектометрові хвилі	300-3000кГц	6	Середні частоти
Короткі хвилі(КХ)	10-100 м	Декаметрові хвилі	3-300 МГц	7	Високі радіочастоти
Ультракорткі хвилі(УКХ)	1-10 м	Метрові хвилі	3-300 МГц	8	Дуже високі радіочастоти
	0,1-1 м	Дециметрові хвилі	300-3000 МГц	9	Ультрависокі радіочастоти
	1-10 см	Сантиметрові хвилі	3-30 ГГц	10	Надвисокі радіочастоти
	1-10 мм	Міліметрові хвилі	30-300 ГГц	11	Гранично високі радіочастоти
	0,1-1 мм	Дециміліметрові хвилі	300-3000 МГц	12	
Оптичні інфрачервоні хвилі	0,1мм- $2,5 * 10^{-4}$ мм		3000- $4 * 10^5$ ГГц		
Видиме світло	$4 * 10^{-4}$ - $2,5 * 10^{-4}$ мм		$4 * 10^5$ - $2,5 * 10^6$ ГГц		
Ультрафіолетові хвилі	$2,5 * 10^{-4}$ - 10^{-4} мм		$2,5 * 10^6$ - $3 * 10^6$ ГГц		

За кордоном застосовують наступний поділ на діапазони НВЧ: L(0,39-1,55 ГГц); S(1,55-5,20 ГГц); R,LS(1,7-2,6 ГГц); H(3,95-5,85 ГГц); C(5,85-8,20 ГГц); X(5,2-11 ГГц); XN(5,40-8,20 ГГц); W, XВ(7,02-10,1 ГГц); Ku,Y(12,4-18 ГГц);

При експлуатації і випробуваннях генераторів НВЧ-енергії джерелом випромінювань є: генератор електромагнітних коливань, випромінювальні системи – антена або еквівалент антени, відкритий кінець хвилеводу. Крім того, випромінювання НВЧ-енергії можуть проникати через нежорсткість фланцевих з'єднань НВЧ-тракту, через хвиле-коаксіальні переходи, через місця катодних виводів генеруючих приладів, конструктивні отвори в

елементах хвильового тракту, через вікна агрегатів, установок і нещільності дверей установок, де знаходяться джерела НВЧ-енергії.

В даний час в різних галузях науки і техніки широко застосовуються електромагнітні випромінювання (ЕМП) різних видів.

Види електромагнітних випромінювань		
Вид випромінювання	Довжина хвилі або заряд частинок	Галузь застосування і умови утворення
<p>I. Радіохвилі:</p> <p>ВЧ: довгі середні короткі</p> <p>УВЧ</p> <p>НВЧ: дециметрові сантиметрові міліметрові</p>	<p>3-10 км</p> <p>100 м - 3 км</p> <p>10 м – 100 м</p> <p>1 м – 10 м</p> <p>10 см – 1 м</p> <p>1 см – 10 см</p> <p>1 мм – 1см</p>	<p>Промисловість: термічне оброблення металів і неметалів, радіомовлення, радіозв'язок, медицина.</p> <p>Радіомовлення, телебачення, радіозв'язок, медицина.</p> <p>Радіолокація, зв'язок, радіоастрономія, радіоуправління, телекомунікації.</p>
<p>II. Світлові і граничні з ними промені:</p> <p>інфрачервоні</p> <p>видимі</p> <p>ультрафіолетові</p>	<p>0,77-346 мкм</p> <p>0,4-0,76 мкм</p> <p>0,2-0,4 мкм</p>	<p>При наявності відкритого вогню, в сонячному спектрі, плавлення металів.</p> <p>Штучне і природне освітлення.</p> <p>Електро- чи газозварка, електроплавка, сонячний спектр.</p>
<p>III. Лазерне (монохроматичне)</p>	<p>Від ультрафіолетової до інфрачервоної області.</p>	<p>Промисловість, зв'язок, наукові дослідження, медицина.</p>
<p>IV. Іонізуюче:</p> <p>X-промені</p> <p>γ(гама)-промені</p> <p>α(альфа)-частинки</p> <p>β(бета)-частинки</p> <p>позитрони</p> <p>нейтрони</p>	<p>$2 \cdot 10^{-3}$-$7,1 \cdot 10^{-6}$ мкм</p> <p>$7,1 \cdot 10^{-6}$-$3 \cdot 10^6$ мкм</p> <p>позитивний</p> <p>негативний</p> <p>позитивний</p> <p>-</p>	<p>Промисловість, наукові дослідження, атомні електростанції, медицина.</p>

Кожний тип випромінювання має особливості фізичного характеру і біологічної дії. Ступінь негативної дії електромагнітних полів НВЧ залежить від інтенсивності опромінення, часу його дії, відстані до джерела, довжини хвилі і індивідуальних особливостей людини. Надвисокочастотна енергія, яка падає на поверхню тіла людини, частково відбивається, а поглинена енергія проходить у поверхневі тканини на глибину 2-3 см. Ступінь відбивання від поверхні тіла людини залежить від товщини жирового складу в ділянці, що опромінюється. Такі органи, як головний і спинний мозок мають незначний жировий шар, а очі – зовсім його не мають і, як результат, ці органи, в першу чергу, зазнають найбільшого впливу.

Довготривала і систематична дія НВЧ-енергії на працівників з інтенсивністю, що перевищує граничнодопустимі величини, призводить до функціональних змін в організмі. Ці зміни проявляються в порушенні складу нервової та серцево-судинної системи: з'являється головний біль, дратівливість, порушується сон, гальмується пульс, підвищується тиск; при опроміненні очей можлива катаракта (помутніння кришталика ока). Дія на організм людини НВЧ високої інтенсивності пов'язана в основному з тепловим ефектом і призводить до підсилення кровотоку в органах, що запобігає їх надлишковому перегріванню.

Біологічна активність електромагнітних полів (ЕМП) збільшується зі зменшенням довжини хвилі; найвища активність ЕМП – в області НВЧ. Так, наприклад, у початковій фазі спостерігається підвищене збудження, а потім зниження біоелектричної активності мозку, порушення умовно-рефлекторної діяльності, погіршення роботи серцевого м'язу. Функціональні порушення в ранній стадії, які викликані біологічною дією електромагнітних полів, зникають, якщо заборонити використання НВЧ випромінювання або поліпшити умови праці.

Вивчаючи умови праці в галузі, гігієністи прийшли до висновку, що робітники-розробники НВЧ-приладів і установок, в більшій мірі зв'язані з мікрохвильовим опроміненням, яке при певних умовах може викликати професійне захворювання.

3.2. Граничнодопустимі норми опромінення

З метою запобігання профзахворювання при роботі з генераторами НВЧ-енергії санітарними правилами визначені

граничнодопустимі рівні опромінення надвисокочастотною енергією на робочих місцях. Електромагнітне поле характеризується двома нерозривно пов'язаними складовими: електричною та магнітною.

Для дециметрових, сантиметрових і міліметрових хвиль НВЧ робоче місце, як правило, знаходиться в хвильовій зоні, тобто на відстані значно більшій від довжини хвилі, де електромагнітне поле вже сформоване і розповсюджується у вигляді хвиль. У цьому випадку дотримується суворе співвідношення між електричною і магнітною складовими поля.

Тому в діапазоні НВЧ для кількісної оцінки опромінення електромагнітними полями прийнята інтенсивність опромінення, яка виражається у величинах густини потоку середньої потужності в просторі даної ділянки.

Усі високочастотні установки мають бути обладнані таким чином, щоб на робочих місцях і в місцях ймовірного знаходження працюючих інтенсивність опромінення в діапазоні частот 60 кГц – 300 МГц не перевищувала наступні граничнодопустимі значення.

1. По електричній складовій, В/м:

- 50 - для частот від 60 кГц до 3 МГц;
- 20 – для частот від 3 МГц до 30 МГц;
- 10 – для частот від 30 МГц до 50 МГц;
- 5 – для частот 50 МГц до 300 МГц.

2. По магнітній складовій, А/м:

- 5 – для частот від 60 кГц до 1,5 МГц;
- 0,3 – для частот від 30 МГц до 50 МГц.

У діапазоні частот 300 МГц - 300 ГГц ЕМП розповсюджується у вигляді біжучої хвилі і в цьому випадку виконується чітке співвідношення між електричною і магнітною складовою поля. Тому в цьому діапазоні для кількісної оцінки випромінювання ЕМП прийнята інтенсивність опромінення, яка виражена в величинах густини потоку енергії (ГПЕ) в просторі.

Густина потоку потужності – це енергія, яка проходить в 1 с через 1 м² поверхні і виражається у (Вт/м²) або (мкВт/см²).

Граничнодопустимі рівні інтенсивності опромінення НВЧ-енергією на робочих місцях наступні:

- при інтенсивності опромінення не вище 10 мкВт/см² дозволяється робота протягом всього робочого дня;

- при інтенсивності опромінення від 10 до 100 мкВт/см² дозволяється робота не більше 2 годин на день;
- при інтенсивності опромінення в межах 100-1000 мкВт/см² дозволяється робота не більше 15-20 хвилин на день з умовою обов'язкового застосування індивідуальних засобів захисту (спецхалати, окуляри). Але в усіх випадках вона не повинна перевищувати 10 Вт/м², а при наявності ще рентгенівського випромінювання і високої температури (більшої за 28⁰С) – 1 Вт/м².

ГДР густини потоку енергії (Вт/м²) розраховують за формулою:

$$ГПЕ = \frac{W}{T},$$

де W – нормоване значення допустимого енергетичного навантаження організму, яке дорівнює:

$2 \frac{Вт * л}{м^2}$ - для всіх випадків опромінення, виключаючи опромінення від антен, що обертаються і сканують;

$20 \frac{Вт * л}{м^2}$ - для випадків опромінення від антен, що обертаються і сканують;

T – час перебування в зоні опромінення, в годинах.

Для визначення густини потоку потужності необхідно знати ефективну поверхню антени, яка пов'язана з коефіцієнтом підсилення антени співвідношенням:

$$S_{ef} = \frac{G \lambda^2}{4 \Pi}, \text{ см}^2$$

де S_{ef} – ефективна поверхня антени, см²; G – коефіцієнт підсилення антени; λ – довжина хвилі у відкритому просторі, см.

Тоді густина потоку енергії (P) у антені з врахуванням затухання у високочастотному тракті:

$$P = \frac{K_{\tau} P_{сер}}{S_{ef}},$$

де $P_{сер}$ – потужність, яка приймається антеною, мкВт; K_{τ} – коефіцієнт затухання.

Персонал, який обслуговує установки НВЧ має пройти спецкурс навчання безпечним методом праці з наступною перевіркою знань спеціальною комісією з присвоєнням

кваліфікаційної групи. Перед допуском до роботи проводиться інструктаж на робочому місці. Усі, працівники 1 раз на рік проходять медогляд і мають право на додаткову відпустку.

3.3. Захист від дії випромінювань надвисоких частот

При експлуатації високочастотного обладнання всередині виробничих приміщень зниження напруженості електромагнітного випромінювання досягається такими методами:

- захист часом – обмеження часу перебування людини в електромагнітному полі, що залежить від інтенсивності опромінення або напруженості ЕМП.

Граничнодопустима напруженість електричної складової поля промислової частоти.

Напруженість електричного поля, В/м	5	10	15	20	25
Допустимий час перебування, хв	тривалий	180	90	10	5

- захист відстанню застосовується при неможливості послабити інтенсивність опромінення в заданій зоні іншими методами: збільшують відстань між джерелом випромінювання і обслуговуючим персоналом;
- добре виконане екранування джерела і усунення нещільності у фланцевих з'єднаннях, фідерів, зазорів у обшивці корпусів, нещільних електричних контактів;
- проведення дистанційного контролю й управління роботою передавачів з екранованого приміщення;
- засобами індивідуального захисту.

В залежності від типу джерела випромінювання, його потужності, характеру технологічного процесу може застосовуватись один з вказаних методів або будь-яка їх комбінація.

Розглянемо конкретно всі види захисту.

Зменшення випромінювання безпосередньо від джерела при регулюванні, налаштуванні, випробуваннях генераторів НВЧ і передавальних установок здійснюється з допомогою поглиначів потужності (еквіваленту антен).

Поглинання енергії еквівалентами антени здійснюється в результаті затухання електромагнітної хвилі вздовж поверхні навантаження, а також в об'ємі самого навантаження. Розроблені

типи поглиначів, які поглинають потужність випромінювання від доль до сотень Ватт.

У таблиці дана характеристика найбільш поширених в промисловості поглиначів.

Марка поглинача	Робочий діапазон частот, МГц	Коефіцієнт стоячої хвилі	Максимальна поглинута потужність, Вт/год.	Вхід
ЗИС – 5	150-375	1,25	5	Коаксійний 75 см
ЗИС – 100	150-375	1,30	100	-
УАЕ – 5	352-666	1,20	5	-
УЕА - 10	352-666	1,25	100	-
ЕИК–1- 250	2500- 3750	1,25	250	Коаксійний 50 см
ЕАВ-1-250	2500- 3750	1,25	250	Хвилевідний 72×34 мм
52И - ЕІ	8600- 9600	1,20	250	Хвилевідний 22,9×10,2 мм

Типові поглиначі виконуються в ступеневій, конусоподібній або клиноподібній формі для забезпечення достатньо хорошого коефіцієнта стоячої хвилі. У цих пристроях енергія поглинається шляхом розсіювання в спеціальних заповнювачах.

Заповнювачі готують з суміші графіту з цементом, піском, гумою; карбонільного заліза з бокситом або керамікою. При великих і середніх потужностях НВЧ-енергії застосовують водяні поглинаючі. Крім вказаних поглиначів для відводу енергії застосовують відгалужувачі, помножувачі потужності, феритові вентилі, хвилевідні послаблювачі, які також дозволяють значно зменшити опромінення робочих місць.

Екранування джерел випромінювання проводиться за допомогою металевих суцільних або сітчатих екрануючих пристроїв, екранів з поглинаючим покриттям.

Суцільні металеві екрани, як відбивачі, забезпечують надійне екранування при будь-яких інтенсивностях НВЧ-полів і застосовуються тоді, коли відбивальні екрани не впливають на

режим роботи випромінювача, наприклад, коли існують виточки через щілини, вікна від катодних виводів магнетронів та ін.

Враховуючи, що повне відбивання електромагнітної хвилі забезпечується матеріалами з високою електропровідністю (метали), суцільні екрани можна виготовляти з тонкої металеві фольги. Так, при товщині металевого екрану в 0,01 м поле НВЧ послаблюється приблизно на 50 дБ, тобто в 100 000 разів. Суцільні металеві екрани можуть використовуватись як захисні кожухи на НВЧ-прилади і на установки для замкнених камер. Коли по технологічних причинах не можна застосовувати суцільний екран, використовують сітчасті екрани, які дають послаблення потужності до 1000 разів. У виробничих приміщеннях, де застосовуються металеві екрани бажано використовувати радіопоглинальні покриття для зменшення відбивання у простір і особливо на робочі місця.

Характеристики радіопоглинаючих матеріалів					
Назва матеріалу	Тип, марка	Робочий діапазон, мм	Коефіцієнт відбивання металу	Послаблення потужності в %	Примітки
Резинові килимки	В2Ф-2 В2Ф-3 ВКФ-1	0,8-4	2	98	Гумові листи з шипами 8-10 см
Магнітодіелектричні пластини	ХВ-0,8 ХВ-7,0 ХВ-3,2 ХВ-6,0 ХВ-10	0,8-10	2	98	Вузькодіапазонний матеріал
Поглинаючі пластини на основі полістиролу	“Болото”	0,8-100	1-2	98-99	
	ВРПМ	3-100	1-2	98-99	
Поглинаючі пластини на основі деревини	“Луч”	1-500	1-3	97-99	
Текстоліт графітований	№369-61	0,8-16	до 50	50-70	
Фарба	НТСО014-003	0,8-16	до 50	65-85	

Найбільш поширеними є магнітодіелектричні пластини ХВ, які являють собою пористу гуму, що заповнена карбоніальним залізом із впресованою латунною сіткою, але вони вузькодіапазонні.

Екранування робочого місця біля джерела здійснюється ширмами, щитами, шторами.

З боку джерела, з метою уникнення відбивання і розсіювання, екран обов'язково покривають радіопоглинаючим матеріалом.

Дозволяється джерело випромінювання розмістити в екрановій камері, а пульт управління вивести назовні, або навпаки, якщо цього потребують умови роботи, зробити екранову кабінку для персоналу з внутрішнього боку покритою радіопоглинаючим покриттям. Для екранування можна застосовувати також м'які екрани зі спеціальної тканини. Екрани обов'язково заземлюються.

Індивідуальні засоби захисту:

- радіозахисні окуляри при інтенсивності опромінення більше $0,1 \text{ мВт/см}^2$ зі скла, покритого відбиваючою світлопрозорою плівкою напівпровідникового двоокису олова. Оправа виконана з пористої губчастої гуми і обклеєна металізованою тканиною;
- індивідуальні екрани з металізованих матеріалів;
- спеціальний захисний одяг виготовляється з спеціальної тканини (артикул 4381) – тонкого ізолюваного металевого дроту (0,5 мкм), скрученого з бавовняними нитками. Бавовняні нитки заповнюють проміжки між металевими дротами і надають тканині густину і еластичність.

Послаблення потужності в діапазоні 3-150 см тканина дає не менше 25 дБ.

Виробничі приміщення, де встановлено установки НВЧ високої потужності мають задовольняти вимогам санітарних норм проектування виробничих підприємств.

Діючі генератори і установки НВЧ з номінальною потужністю більшою за 10 Вт рекомендується розміщувати в приміщеннях з капітальними стінами, які покриті радіопоглинаючими матеріалами.

При випробуванні НВЧ-приладів середньої і великої потужності необхідно дотримуватись таких засобів захисту:

- випробування проводити за умови їх роботи при навантаженні, яке відповідає даній потужності;

- не знімати навантаження з лінії передач при працюючому генераторі;
- не слідкувати очима за катодом генератора НВЧ без захисних окулярів і шолома;
- не визначати наявності генерувальної потужності по тепловому ефекту на руку;
- до початку роботи провести контрольне замірювання густини потоку потужності по можливих місцях витоку НВЧ-енергії і на робочому місці.

Для антенних полів радіоцентрів складається карта напруженості електромагнітних полів з відміткою місць, де напруженість не перевищує ГДР і ставиться знак “Проходити тут”. Відповідальні посадові особи мають слідкувати за часом перебування працівників у місцях, де існує підвищене електромагнітне опромінення.

РОЗДІЛ 4. ЗАХИСТ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ РАДІОЧАСТОТНОГО ТА ОПТИЧНОГО ДІАПАЗОНУ

4.1. Характеристика розповсюдження радіомагнітного випромінювання

Джерелами випромінювання електромагнітної енергії є різні установки, починаючи від потужних телевізійних, радіомовних станцій, промислових установок високочастотного нагрівання і закінчуючи вимірювальними, контрольними і лабораторними приладами різного призначення. Джерелами випромінювання можуть бути будь-які елементи, що ввімкнені у високочастотне коло.

Робочі місця обслуговуючого персоналу можуть зупинитися в наступних зонах електромагнітного поля: ближній, проміжний і дальній в залежності від частот ЕМП, параметрів і типів системи, яка випромінює та віддалі від джерела випромінювання до робочого місця.

При всенаправленому (ізотропному) випромінюванні ближня зона розповсюджується на віддаль

$$r_{\text{бл.з}} \leq \frac{\lambda}{2\pi},$$

де λ – довжина хвилі.

При спрямованому випромінюванні для параболічних і круглих антен радіус ближньої зони визначається з виразу

$$r_{\text{бл.з}} \leq \frac{d^2}{4\lambda},$$

де d – діаметр відбивача.

Для відбивачів інших типів

$$r_{\text{бл.з}} \leq \frac{L_1 L_2}{\lambda},$$

де L_1 і L_2 – горизонтальні і вертикальні розміри розкривання антен.

Дальня зона для параболічних і круглих відбивачів починається при радіусі

$$r_{\text{д.з}} \leq \frac{d^2}{\lambda},$$

для відбивачів інших типів

$$r_{\text{д.з}} \geq \frac{L_1 L_2}{\lambda}.$$

Ширину проміжної зони визначають за формулою

$$r_{\text{п.з}} = r_{\text{д.з}} - r_{\text{бл.з}}.$$

Амплітуда електричної складової (E , В/м) поля в ближній зоні знижується обернено-пропорційно кубу віддалі від джерела випромінювання, а магнітної складової (H , А/м) – обернено-пропорційно квадрату цієї віддалі.

В дальній зоні амплітуда обох складових поля знижується обернено-пропорційно віддалі від джерела. На характер розподілу поля по приміщенню впливають обладнання, прилади і металеві конструкції будинків, які утворюють ЕМП вторинного випромінювання.

4.2. Дія електромагнітного випромінювання на організм людини. Нормування і контроль рівнів випромінювань

Первинним проявом дії електромагнітної енергії є нагрівання, яке може призвести до змін і навіть до пошкоджень тканин і органів. Механізм поглинання енергії – складний. У тканинах, які опромінюються є іонна дисперсія, дипольне і резонансне поглинання. Теплова дія характеризується загальним підвищенням температури тіла або локальним нагріванням тканин. При

загальному опроміненні підвищення температури тіла більше ніж на 1 °С недопустиме. Нагрівання особливо небезпечне для органів зі слабкою терморегуляцією, які мають невелику кількість кровоносних судин або недостатньо інтенсивний кровообіг (мозок, очі, нирки, шлунок, жовчний міхур).

Електромагнітна енергія довжиною хвилі 1-20 см шкідливо діє на очі, викликаючи катаракту. Під впливом магнітного поля частотою 50 Гц з'являється “магнітний фосфен” (відчуття миготіння). У результаті довготривалого перебування в зоні дії ЕМП настає передчасна стомлюваність, сонливість або порушення сну, болі голови, настає розлад нервової системи.

При систематичному опроміненні спостерігається зміна кров'яного тиску, сповільнення пульсу, нервово-психічні захворювання і трофічні явища (випадіння волосся, ламкість нігтів). Дослідженнями встановлено, що біологічна дія одного і того ж за частотою ЕМП залежить від напруженості його складових або густини потоку потужності для діапазону більше 300 МГц. Це є критерієм для визначення біологічної активності електромагнітних випромінювань. Для цього електромагнітні випромінювання з частотою до 300 МГц розбиті на діапазони, для яких установлені граничнодопустимі рівні напруженості електричної і магнітної складової поля. Для населення ще враховують місцезнаходження випромінювача в зоні забудови або житлових приміщень.

Для електромагнітних випромінювань з частотою від 300 до 300 000 МГц встановлена граничнодопустима густина потоку потужності з врахуванням часу опромінення і режиму роботи установки.

4.3. Методи розрахунку інтенсивності електромагнітного випромінювання

На стадії проектування радіоелектронної апаратури необхідно виконувати попередній розрахунок можливої інтенсивності ЕМП на робочому місці.

При ізотропному випромінюванні напруженість електричного (В/м) і магнітного (А/м) полів у ближній зоні визначають за формулами

$$E = \frac{I_{np} \cdot l}{2\pi\epsilon\omega r^3}, \quad H = \frac{I_{np} \cdot l}{4\pi r^2},$$

де – r – віддаль від джерела до робочого місця, м; I_{np} – струм в провіднику (системі), А; l – довжина провідника (антени), м; ϵ – діелектрична проникність середовища, Ф/м³; $\omega = 2\pi f$ – кругова частота поля.

В дальній зоні напруженість електричного і магнітного полів визначають з виразів:

$$E = \frac{\sqrt{P\delta_\alpha}}{r}, \quad H = \frac{\sqrt{\frac{P\delta_\alpha}{30}}}{4\omega r},$$

де – P – потужність випромінювання, Вт; δ_α – коефіцієнт підсилення антени за потужністю, який в напрямку випромінювання визначається із співвідношення

$$\delta_\alpha = \frac{KS_0}{\lambda^2},$$

де – $K = 3-10$ – коефіцієнт; S_0 – ефективна площа антени, яка пов'язана з її геометричною площею S залежністю

$$S = hS, \text{ де } h = 0,4-0,7 \text{ – коефіцієнт.}$$

При спрямованому випромінюванні густину потоку енергії в ближній зоні по осі діаграми спрямованості випромінювання визначають за формулою:

$$\Psi_{\text{бл.з}} = \frac{3P_c}{S},$$

де P_c – середня потужність випромінювання, Вт.

Для установок, які працюють в імпульсному режимі, середню потужність визначають за формулою:

$$P_c = P_{\text{имп.}} \frac{\tau}{T},$$

де – $P_{\text{имп.}}$ – потужність випромінювання в імпульсі, Вт; τ – тривалість імпульсу, с; T – період проходження імпульсів, с.

У проміжній зоні:

$$\Psi_{\text{пр.з}} = \frac{3P_c}{S} \left(\frac{r_{\text{бл.з}}}{r} \right)^2,$$

де r – віддаль від центру розкривання антени до точки, яка розташована у проміжній зоні.

У дальній зоні $\Psi_{д.з}$ по осі випромінювання визначають з виразу

$$\Psi_{д.з} = \frac{P_c \delta_\alpha}{4\pi r^2},$$

Крім трьох заданих зон існує так звана “мертва зона”, в якій поля немає. Її розміри визначають експериментально.

Наведений розрахунок є орієнтовним і його слід перевірити після встановлення радіоелектронних пристроїв.

4.4. Основні засоби захисту від електромагнітного випромінювання

Для зменшення впливу електромагнітного випромінювання застосовуються такі ж засоби захисту, як і при НВЧ-випромінюванні, тобто: захист часом, захист віддаллю, зменшення потужності безпосередньо в джерелі.

Екранування джерел випромінювання використовується для зменшення інтенсивності ЕМП на робочому місці. У цьому випадку застосовують заземлені екрани з металевих листів або сіток у вигляді замкнутих камер або кожухів. Ефективність екранування являє собою відношення параметра ЕМП в даній точці при відсутності екрана (E, H) до цього ж показника в цій же точці при наявності екрану (E_e, H_e)

$$\varepsilon = \frac{E}{E_e}.$$

Товщину екрану δ , виготовленого з суцільного матеріалу, який забезпечує задане послаблення інтенсивності поля, визначають за формулою

$$\delta = \frac{\varepsilon}{15,4\sqrt{f\mu\sigma}},$$

де ε – задане послаблення інтенсивності поля; f – частота поля, Гц; μ – абсолютна магнітна проникність матеріалу екрана, Гн/м; σ – питома провідність матеріалу, См/м.

При виборі конструкції екрана або камери необхідно враховувати ступінь їх герметичності (наявність отворів). Якщо отвори рівні або кратні цілому числу півхвиль, тоді різко зросте

потужність випромінювання, оскільки така щільність є антеною. У цьому випадку послаблення ЕМП досягається насадкою на отвір спеціального патрубку, який являє собою граничний хвилевід. Вентиляційні, оглядові та інші отвори затягуються металевими сітками, які щільно припаяні по периметру. Застосовують граничні хвилеводи з сітками на обох кінцях, щільникову конструкцію або патрубки. Контактуючі поверхні частин екрана повинні мати антикорозійне покриття, (лудіння, цинкування, міднення) і щільно прилягати один до одного по всьому периметру.

Екранування робочого місця застосовують, якщо неможливо здійснити екранування джерел випромінювання. Для цього споруджують невеликі кабінки або металевих ширм з радіопоглинаючим покриттям.

Індивідуальні засоби захисту застосовують у тому випадку, коли інші засоби недопустимі або неефективні. Як засоби захисту застосовують халати, комбінезони, кап'юшони, захисні окуляри.

Для захисту від постійного магнітного поля застосовують шапки і спідниці з пермалою.

Для захисту очей від НВЧ-випромінювання застосовують сіткові або скляні окуляри, покриті шаром двооксиду олова.

4.5. Захист від електромагнітного випромінювання оптичного діапазону

До випромінювання оптичного діапазону відносяться інфрачервоні й ультрафіолетові хвилі, видиме світло, лазерне випромінювання.

1. Захист від інфрачервоного випромінювання.

По фізичній природі інфрачервоні промені мають хвильові (довжина хвилі 0,78-540 мкм) і квантові властивості. Генератором випромінювання є будь-яке тіло, температура якого вище абсолютного нуля. За законом Стефана-Больцмана інтегральна густина випромінювання, Вт/м², абсолютно чорного тіла пропорційна четвертому ступеню його абсолютної температури. З підвищенням температури тіла змінюється спектральний склад його випромінювання. Чим вища температура тіла, тим коротша довжина хвилі, максимального випромінювання.

За законом Віна можна визначити, в якій частині спектра міститься максимум енергії його випромінювання:

$$\lambda = \frac{2,9 * 10^{-3}}{T},$$

де T – температура в градусах Кельвіна

Нагріті тіла віддають своє тепло менш нагрітим трьома способами: а) теплопровідністю; б) тепловипромінюванням; в) конвекцією.

Дослідження і розрахунки показали, що майже 60 % усього тепла розповсюджується випромінюванням.

Дія інфрачервоного випромінювання на організм людини.

Інфрачервона енергія, яка потрапляє на тіло людини, діє передусім на незахищені його частини (лице, руки, шию, груди), причому конвективне тепло впливає на зовнішній шкіряний покрив, тоді як інфрачервоне випромінювання може проникнути на деяку глибину в тканину. При довготривалому перебуванні людини в зоні інфрачервоного випромінювання, як і при систематичній високій температурі настає різке порушення теплового балансу в організмі.

Порушується робота терморегулюючого апарата, підсилюється діяльність серцево-судинної і дихальної систем, підсилюється потовиділення, відбувається втрата потрібних організму солей. Втрата організмом солей призводить до нездатності крові утримувати воду, що призводить до швидкого виведення з організму випитої рідини. Порушення водяно-соляного балансу викликає хворобу, яка характеризується появою різких судорог, переважно в кінцівках. Порушення теплового балансу викликає захворювання (теплова гіпотермія або перегрів). Це захворювання характеризується підвищенням температури тіла, яка може досягти в тяжких випадках 40-41 °С і вище, рясним потовиділенням, значним збільшенням частоти пульсу і зміною дихання, різкою слабкістю, запамороченням, зміною зорового відчуття, шумом у вухах і втратою свідомості.

Інфрачервоне випромінювання, діючи на очі, може викликати деякі патологічні зміни: кон'юктивіти, спазми зіниць, помутніння кришталика, опік сітківки.

Нормування і контроль рівня інфрачервоного випромінювання.

Густина потоку інфрачервоного випромінювання 280-560 Вт/м² викликає малопомітне теплове відчуття, яке людський організм здатний переносити порівняно довгий час. При густині потоку

випромінювання $560-1050 \text{ Вт/м}^2$ наступає межа. Згідно діючих санітарних норм допустима густина потоку інфрачервоного випромінювання не повинна перевищувати 360 Вт/м^2 . Для вимірювання густини потоку випромінювання на робочому місці застосовують актинометр – прилад, який дозволяє вимірювати густину потоку інфрачервоного випромінювання у діапазоні від 0 до 14 кВт/м^2 .

Основні види захисту від інфрачервоного випромінювання.

Захист часом, захист віддалю, усунення джерела тепловиділення, теплоізоляція, охолодження гарячої поверхні, забезпечення тепловіддачі тіла людини та індивідуальні засоби захисту.

Захист часом передбачає обмеження часу перебування робітника в зоні дії інфрачервоного випромінювання. Потужність випромінювання можна знизити за рахунок конструкторських і технологічних рішень (змінюючи нагрівання виробів у нагрівальних пічках індукційним нагріванням та ін.) і за рахунок покриття поверхні, яка нагрівається, тепло ізолювальним матеріалом.

Якщо теплоізоляція неможлива, тоді захист від прямої дії інфрачервоного випромінювання здійснюється екрануванням.

Екрани можуть бути прозорими, напівпрозорими і непрозорими.

У свою чергу вони поділяються на тепловідбивальні, тепловідвідні та теплопоглинальні; стаціонарні і нестаціонарні.

Застосовують також прозору водяну завісу у вигляді суцільної тонкої водяної плівки. Вода є активним поглиначем інфрачервоного випромінювання.

Перегрівання людини попереджують раціональним режимом пиття, режимом праці та гідро процедурами. Спецодяг виготовляється з незаймистого, стійкого до інфрачервоного випромінювання, м'якого і повітронепроникного матеріалу (тканина з металевим покриттям відбиває 90 % інфрачервоного випромінювання).

Для захисту очей застосовують світлофільтри зі спеціального жовто-зеленого або синього скла.

2. Захист від ультрафіолетового випромінювання.

Ультрафіолетове випромінювання за способом генерації відноситься до теплової частини випромінювання, але за дією

подібне до іонізуючих випромінювань. Спектр ультрафіолетового випромінювання має велику протяжність – від $7,7 \cdot 10^{14}$ до $3 \cdot 10^{14}$ Гц (довжина хвилі $3,9 \cdot 10^{-7} - 10^{-9}$ м).

Випромінювання ділять на три зони: зона А – довжина хвиль від 400 до 315 нм, зона В – довжина хвиль від 315 до 230 нм, зона С – довжина хвиль від 280 до 10 нм.

Інтенсивність випромінювання і його спектральний склад залежать від температури поверхні випромінювання, віддалі від джерела випромінювання, а також від наявності в атмосфері пилу, озону і окисів азоту. Пил, дим і гази поглинають ультрафіолетове випромінювання і змінюють його спектральну характеристику. Тому неможливо розраховувати інтенсивність ультрафіолетового випромінювання, його визначають замірами на робочих місцях.

Біологічна дія і контроль густини потоку ультрафіолетового випромінювання.

Ультрафіолетове випромінювання викликає зміну в хімічній структурі організму.

При цьому виникає, як зміна форми і розмірів, так і часткове відмирання клітин. Випромінювання високої інтенсивності викликає дерматити з дифузійною екземою.

Під дією променів з довжиною хвилі 280-303 нм можуть утворюватися ракові пухлини. Ультрафіолетове випромінювання діє на центральну нервову систему, може викликати біль голови, запаморочення, підвищення температури тіла, нервові збудження сильні запалення, переднього відділу ока. Випромінювання зони А мають відносно слабку біологічну дію, зони В – викликають основні зміни в шкірі і крові, зони С – руйнують біологічні проблеми. Ультрафіолетове випромінювання змінює склад виробничої атмосфери. Утворюється озон, оксиди азоту і пероксид водню. Короткохвильове випромінювання іонізує повітря, утворює в атмосфері ядра конденсації, які зменшують освітленість робочих місць і призводять до утворення туманів.

Для вимірювання інтенсивності і спектра ультрафіолетового випромінювання застосовують інфрачервоні спектрометри.

Основні засоби захисту.

Першочергові заходи – це конструкторські і технологічні рішення, які виключають генерацію або понижують інтенсивність випромінювання. Спеціальні засоби захисту (екранування джерел

випромінювання, фарбування стін у світлі кольори) попереджують розповсюдження і знижують інтенсивність цих випромінювань у виробничих приміщеннях. Очі захищають окулярами або щитками зі склом – світлофільтром. Для захисту шкіри використовують мазі з речовинами – світлофільтрами для цих променів (салол, саліцилово-метиловий ефір та ін.), а також спецодяг з бавовняних тканин і грубововняного сукна. Руки захищають рукавицями.

3. Захист від лазерного випромінювання.

Характеристика і дія лазерного випромінювання.

Діапазон довжин хвиль які випромінюють оптичні квантові генератори (ОКГ) – лазери, охоплює видимий спектр і розповсюджується в інфрачервоній і ультрафіолетовій областях.

Частіше всього використовується ОКГ з довжинами хвиль 0,49-0,51; 0,53; 0,63; 0,694; 1,96; 10,6 мкм.

Дія лазерного випромінювання буває:

- теплова – при фокусуванні випромінювання значна кількість тепла в невеликому об'ємі за короткий проміжок часу;
- енергетична – визначається високим градієнтом електричного поля, який може викликати поляризацію молекул, резонансні ефекти;
- фотохімічна – вицвітання деяких барвників;
- механічна – виникнення коливань типу ультразвукових в опромінюваному організмі.

Найбільш чутливими до дії випромінювання ОКГ є очі. Випромінювання викликають опіки і пошкодження сітківки ока, це може призвести до сліпоты. Небезпечно не тільки пряме випромінювання, але й відбите від стін, обладнання.

Дія випромінювання невеликої інтенсивності приводить до різних функціональних змін (функціональні зміни центральної нервової системи, серцево-судинної системи, коливання артеріального тиску (± 50 мм. рт. ст.), біль в очах, біль голови, підвищена збудливість).

Нормування і контроль інтенсивності лазерного випромінювання.

З врахуванням оптико-фізіологічних властивостей ока встановлені безпечні інтенсивності випромінювання в залежності

від довжини хвилі, тривалості імпульсу, кута розходження променів, режиму генерації, тривалості дії і діаметра зіниці ока. Для неперервного випромінювання ОКГ з довжиною хвилі 10,6 мкм безпечна густина потоку енергії для рогової оболонки ока за час дії більший 1с не повинна перевищувати 0,2 Вт/см², а за час дії 0,15с – 2 Вт/см².

При роботі з аргоновими (0,49 мкм) і геліоновими (0,63 мкм) ОКГ за час дії 0,15с безпечна густина потужності не повинна перевищувати 10⁻⁵ Вт/см².

Для білого світла від імпульсних ламп накачування безпечна густина енергії на рогову оболонку ока не повинна перевищувати 10⁻⁶ Дж/см².

Для виміру прямого і відбитого випромінювання застосовується вимірник потужності оптичної ПМО-2.

Густина потоку енергії випромінювання ORU, Дж/см². (Вт/см²) на віддалі r, см, від джерела при умові рівномірного розподілу енергії у плямі може бути виміряна за формулою

$$\Psi = \frac{4W_0}{\Pi(r\varphi)^2} e^{-\sigma \cdot r},$$

де W₀ – вихідна енергія (потужність) ОКГ, Дж(Вт); e – кут розходження випромінювання, град; σ – коефіцієнт ослаблення випромінювання ОКГ повітряним середовищем, см⁻¹.

Основні засоби захисту.

Існують “Санітарні норми і правила улаштування і експлуатації лазерів”, до яких увійшли організаційні та інженерно-технічні заходи, які можуть забезпечити зменшення густини потоків енергії (потужності) на робочих місцях до величин, значно менших від допустимих.

ОКГ розміщують в окремих або відгороджених приміщеннях. Саме приміщення і обладнання не повинні мати дзеркальної поверхні. Стіни, стелі, обладнання й інші предмети фарбують матовою фарбою з малою сорбційною здатністю. Приміщення повинно мати високу освітленість, а також припливно-витяжну вентиляцію. При розміщенні в одному приміщенні декількох ОКГ їх огорожують ширмами, шторами або екранами, що не пропускають випромінювання. Надійним захистом від випадкового попадання випромінювання на людину є світловод, який екранує

промінь на усьому шляху його дії (від ОКГ до мішені). Для попередження випадкового ураження очей застосовують спеціальні захисні окуляри з синьо-зеленого скла СЗС-22 (довжина хвиль 0,69 і 1,06 мкм), ОС-14 (довжина хвиль 0,49 і 0,53 мкм). Руки захищають чорними рукавичками. Для захисту інших частин тіла достатньо звичайної з тканини чорного кольору. Два рази на рік проводиться медичний огляд у терапевта, гематолога, офтальмолога і невропатолога.

РОЗДІЛ 5. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

5.1. Основні фактори, що визначають ступінь небезпеки ураження електричним струмом

Дія електричного струму на організм людини може бути тепловою (опік), механічною (розрив тканин), хімічною (електроліз) і біологічною (скорочення м'язів, параліч дихання і серця).

Характер дії струму		
Струм, мА	Характер дії	
	Змінного з частотою 50-60 Гц	постійного
1	2	3
до 0,5	не відчувається;	не відчувається;
0,6-1,5	легке тремтіння пальців;	не відчувається;
2-3	сильне тремтіння пальців;	не відчувається;
5-10	судомні скорочення;	відчуття нагрівання;
12-15	руки важко відірвати від електродів, сильні болі;	посилення нагрівання;
20-25	параліч рук, заважання диханню;	ще підсилення нагріву;
50-58	параліч дихання;	судомні скорочення;
90-100	при тривалості більше 3с параліч серця.	заважання дихання;
		параліч дихання.

Наслідки ураження людини електричним струмом залежить від ряду фізичних факторів: електричного опору тіла людини, величини і роду струму, тривалості дії, шляху протікання струму, частоти струму, величини напруги, стану навколишнього середовища, стану людини.

Опір тіла людини залежить від стану шкіри (товщини, вологості) і навколишнього середовища (вологості і температури).

Розрахунковий опір людини прийнято вважати 1000 Ом.

Як видно з таблиці, змінний струм промислової частоти 50-60 Гц сильніше вражає людину ніж постійний, тому що густина струму буде більша за рахунок ємнісних складових в електричному опорі людини і амплітудне значення змінного струму більше, ніж постійного.

При збільшенні частоти, починаючи 1000 Гц, небезпека ураження зменшується, струм високої частоти викликає тільки опік, але не вражає внутрішні органи, тому що має місцевий поверхневий ефект.

Важливе значення на результат ураження людини має тривалість дії струму.

Час, протягом якого електричний струм може викликати смертельний результат не перевищує долі секунди. Безпечний час дії знаходиться в межах 0,01с для змінного струму частотою 50-60 Гц, а для постійного струму – 0,02-0,05 с.

На результат ураження впливає також шлях струму в тілі людини. Найбільш небезпечний шлях вздовж осі тіла, наприклад, рука-нога, рука-рука. Результат ураження залежить від фізичного та психічного стану людини.

Величина напруги прикладеної до тіла людини залежить від фізичного і психічного стану людини. Величина напруги, прикладеної до тіла людини залежить від виду дотику:

одно- або двополюсного. Але треба зауважити, що напруга порядку 127-500 В, яка застосовується в силових і освітлювальних електроустановках є небезпечною для людини. В електроустановках напругою понад 1000 В однополюсний дотик при будь-якому режимі нейтралі дуже небезпечний, тому що через тіло людини утворюється електрична мережа через землю і нейтраль джерела живлення або через ємність мережі відносно землі і через опір ізоляції інших фаз.

Безпека робіт з електроустановками залежить від електричної схеми і виробничих параметрів електроустановки, номінальної напруги, навколишнього середовища і умов експлуатації. Електроустановки можуть розташовуватися в закритих приміщеннях, які поділяються на три категорії: з підвищеною небезпекою, особливо небезпечні і без підвищеної небезпеки.

Приміщення з підвищеною небезпекою характеризуються наявністю в них однієї з наступних умов, які створюють підвищену небезпеку:

- сирості, вологості (відносна вологість повітря вища за 75 %) або струмопровідного пилю;
- струмопровідних підлог (металевих земляних, залізобетонних, цегляних);
- високої температури (вищої за 35 °С);
- можливості одночасного дотику людини до металоконструкцій споруд, технологічних апаратів, механізмів, які мають з'єднання з землею з одного боку і металевим корпусом обладнання з другого боку.

Для зменшення небезпеки ураження електричним струмом рекомендується застосувати малу напругу (не більше 36 В).

Приміщення особливо небезпечні характеризуються наявністю однієї з таких умов:

- особливої вологості (близької до 100 %);
- хімічно активне середовище;
- не менше двох ознак підвищеної небезпеки.

У цих умовах рекомендовано застосовувати напругу не більше 12 В.

5.2. Захист від ураження електричним струмом

Аналіз травматизму показує, що більше половини електротравм здійснюється при дотику до струмоведучих частин обладнання.

Застосування тільки захисних технічних засобів не може створити умови повної безпеки при монтажі, експлуатації і ремонті обладнання. Це можливо лише тоді, коли до цих засобів додаються організаційні засоби (інструкція навчання, перевірка знань).

Усі захисні засоби можна умовно поділити на дві групи.

Перша група забезпечує захист від ураження електричним струмом працівників у випадку дотику до струмоведучих частин: контроль стану ізоляції, блокування і захисні огороження, оптимальне розташування обладнання, сигналізація, маркування, попереджувальні плакати, захист від переходу високої напруги на сторону низької, застосування малих напруг 12; 36; 42 В, застосування індивідуальних захисних засобів.

Друга група забезпечує захист від ураження електричним струмом при дотику до корпусів електроустановок у випадку пробою ізоляції: захисне заземлення, занулення, захисне

відключення, подвійна ізоляція, застосування розділювальних трансформаторів.

1. Електроізоляція струмоведучих частин.

Фізична суть ізоляції, як захисного заходу, полягає в обмеженні струму в тілі людини до безпечної величини.

Як правило, електротехнічне обладнання має робочу ізоляцію, яка повинна витримувати гранично допустимі механічні, електричні і теплові навантаження.

Для запобігання пошкодження ізоляції необхідно не тільки в процесі експлуатації, але і при вводі і ремонті електрообладнання проводити дослідження ізоляції.

На підприємствах зв'язку проводиться замирювання ізоляції електродвигунів, трансформаторів, масляних вимикачів, роз'єднувачів, комплексних розподільних пристроїв, конденсаторних установок, вторинних мереж, електропроводки до 1000 В, акумуляторних батарей, заземлюючи пристроїв, кабельних ліній. Основними приладами вимірювання в установках до 1000 В є: в мережах змінного струму – мегометри, в мережах постійного струму – вольтметри. Для постійного контролю ізоляції використовують прилади захисного відключення, реле вимикання, прилади контролю ізоляції.

2. Огородження, розміщення на недоступній висоті, блокування, сигналізація безпеки і маркування.

Захисні огороження мають бути стійкими, як суцільними, так і сітчастими, у вигляді ящиків, шаф і закриватися на замок. Постійні (суцільні) огороження застосовують на електротехнічному обладнанні, а сітчасті в генераторних.

Для захисту від дотику струмоведучі частини розміщуються на недоступній висоті, всередині приміщення 3,5 м, зовні – 6 м.

Блокування є надійним і ефективним засобом захисту від дотику і застосовується при роботі з підвищеною небезпекою: електроустановки радіопідприємств, радіолінійних станцій, телецентрів, підприємств проводового зв'язку, радіо- і телевізійних передавачах. Системи блокування мають бути побудовані за принципом самоконтролю, тобто в нормальному стані схема повинна перебувати під струмом. На порушення в схемі показують

датчики, які працюють на розрив мережі, тобто установка автоматично вимикається.

Радіотехнічні пристрої з напругою вищою за 350 В, які не мають дистанційного управління, можуть мати одне електричне блокування з блок-контактами, що безпосередньо розривають мережу первинної обмотки анодного трансформатора. На радіопередавальних станціях живлення блокування здійснюється від загальних шин передавача через окремий ізолюючий трансформатор, до якого заборонено під'єднувати інших споживачів, переважно напругою 110 В. За принципом дії блокування поділяються на електричне, механічне, комбіноване.

Електроблокування. Здійснюється розривання електричної мережі спеціальними датчиками, які встановлені на огороженнях, кожухах. Блокконтакти вмикаються в коло живлення або керування пускової апаратури – магнітного пускача. У трифазній мережі блокування ставиться в кожен фазу напруги, а при однофазному живленні – у кожний провід живлення. Струми, які проходять через блокувальні контакти не повинні перевищувати 100 А. Електроблокування легко реалізується. Воно чутливе, надійне, малогабаритне, здійснює самоконтроль, але легше розблоковується, бо залежить від стану електричної схеми. Тому обладнання підвищеної потужності в установках вище 1000 В повинно мати два види блокування: електричне і механічне.

Механічне блокування застосовується в рубильниках, пускачах, автоматизованих вимикачах і при цьому включення напруги можливе тільки при закритому, замку або заціпці, які механічно зв'язані з вимикачем. Механічне блокування застосовують в однокорпусних потужних електро- і радіоустановках зі струмами навантаження вищими за 100 А.

Для зняття залишкових зарядів при блокуванні встановлюються додаткові заземлювачі, які заземлюють відключені струмоведучі частини одночасно з дією блокувальних контактів: електромагнітні замикачі і розрядні опори.

Зняття залишкових зарядів повинно застосовуватись з установках з напругою вищою 250 В, в яких існують:

- фільтри джерел живлення вище за 250 В;
- лінії, що формуються штучно;
- накопичувальні ємності.

Сигналізація не є засобом безпосереднього захисту, але вона звертає увагу, дозволяє своєчасно застосувати засоби безпеки або попередити неправильні дії персоналу (світлова, звукова, приладна).

Існують такі види сигналізації:

- сигналізація положення, коли діє або, навпаки, відсутня напруга;
- оперативна (вказує на послідовність виконання робіт);
- попереджувальна (повідомляє про збої в роботі);
- аварійна;
- вказівна.

Як пристрої сигналізації застосовуються контрольно-вимірювальні прилади, реле, звукові зумери, дзвінки, сирени, різнокольорові лампочки (для установок з напругою вищою за 250 В – червоні), датчики та регулятори температури, тиску.

Маркування (попереджувальні написи, розмічування, фарбування) окремих частин обладнання має велике значення для забезпечення безпеки праці. Як правило, розподільні пристрої і щитки, кабелі і вводи, повинні маркуватись.

Особливе значення має маркування в електротехнічних установках радіопідприємств і телецентрів, де існує велика кількість електромереж з різними напругами на струмах різного роду (змінний, постійний). Для розпізнавання фаз шини змінного струму при вертикальному розташуванні фарбуються: верхня фаза “А” – в жовтий колір, середня фаза “В” – в зелений, нижня фаза “С” – червоний; при горизонтальному розташуванні шин в жовтий колір фарбується найвіддаленіша від персоналу фаза “А”, в зелений – середня “В”, і в червоний – найближча до персоналу фаза “С”. Нульові типи фарбуються в білий колір при ізольованій нейтралі, в чорний - при заземленій нейтралі.

При постійному струмові плюсова шина – червона, мінусова – синя, заземлювальна траса – чорного кольору.

3. Застосування малих напруг.

При напрузі 8-12 В і при опорі тіла людини 1 кОм струм, який проходить через людину, не перевищує 1-1,5 мА, що безпечно для людини. Тому для виробничої мети в приміщеннях з підвищеною

небезпекою для переносного електроінструменту застосовується напруга 42 В; в особливо небезпечних приміщеннях 36 В; в переносних електросвітільниках – 12 В.

Джерелом малої напруги найчастіше є понижувальні трансформатори. Застосування автотрансформаторів заборонено тому, що мережа низької напруги в цьому випадку виявляється електрично зв'язаною з мережею високої напруги, що в знижувальних трансформаторах буває тільки при пошкодженні ізоляції між обмотками.

У мережах трифазного струму напругою вищою за 1000 В з ізолюваною нейтраллю захист від можливого переходу напруги з високовольтової на низьковольтну обмотку здійснюється за допомогою пробивного запобіжника, який встановлений в нейтралі або фазі з боку нижчої напруги у режимі з ізолюваною нейтраллю мережі. З напругою більше 1000 В і заземленою нейтраллю мережі з напругою до 1000 В необхідне заземлення вторинної обмотки.

У мережах з напругою до 1000 В для захисту мережі низької напруги від переходу на неї високої в трансформаторах необхідно заземлювати корпус і один кінець вторинної обмотки. Крім заземлення вторинної обмотки застосовують заземлений екран, розташований між первинною і вторинною обмотками, який при пошкодженні ізоляції приймає на себе замикання. Для зменшення небезпеки ураження струмом застосовують також електричне розділення мережі на невеликі ділянки, що зменшує ємність фаз відносно землі і підвищує опір ізоляції. Застосовується воно в установках до 1000 В при підвищеній небезпеці.

4. Захисні засоби, запобіжні пристрої.

Ізолювальні захисні засоби захищають людину від частин електрообладнання, що перебуває під напругою, а також від землі.

За призначенням захисні засоби поділяються на 4 групи:

1. Ізолювальні засоби – оперативні ізолювальні штанги, кліщі, діелектричні гумові рукавиці, взуття, килимки, доріжки, а також ізолювальні підставки з фарфоровими ніжками висотою не менше 5 см в установках до 1000 В і 7 см – вище 1000 В.

2. Переносні визначники напруги і струмовимірювальні кліщі (в установках до 10 кВ).

3. Переносні заземлення, огороження і попереджувальні плакати.

4. Захисні засоби від дії електродуги, продуктів горіння і механічних ушкоджень (захисні окуляри, рукавиці, пояси, распіратори, протигази).

Ізолювальні захисні засоби поділяються на:

- основні – такі, що надійно витримують напругу установки і через них допускається дотик до струмоведучих частин;
- додаткові – такі, що самі по собі не можуть забезпечити від ураження струмом, вони є додатковим захистом до основних.

В електроустановках вище 1000 В основними засобами захисту є ізолювальні штанги, кліщі, ізолювальні сходишки, площинки, додатковими є діелектричні рукавиці, калоші, боти, килимки, доріжки, ізолювальні підставки.

В установках до 1000 В основні захисні засоби: діелектричні рукавиці і монтерський інструмент з ізольованими ручками, а додаткові: діелектричні килимки і підставки.

Усі захисні засоби систематично контролюються, а ізолювальні засоби періодично випробовуються підвищеною напругою.

5.3. Охорона праці при роботі з комп'ютером

Стрімке впровадження комп'ютерів не тільки в сфері управління, але і в самій галузі телерадіокомунікацій призвело до того, що в цій галузі максимальна кількість людей залучена в роботу системи: “людина – комп'ютер – середовище”. Надійність цієї системи в першу чергу, визначається функціональним станом людини. На функціональний стан людини (психофізіологічні та емоційні перенапруження, втома, стрес) впливають фізичні фактори виробничого середовища, які перераховані вище.

Всі ці фактори нормуються згідно з “Державними санітарними правилами і нормами роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин”. ДСан П і Н 33.2.007-98, які поширюються на умови та й організацію праці при роботі з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) усіх типів на основі електронно-променевих трубок (ЕПТ), що використовуються в електро-обчислювальних машинах (ЕОМ) колективного використання та персональних ЕОМ (ПЕОМ). Умови праці операторів персональних комп'ютерів (ПК) характеризуються можливістю впливу на них комплексу виробничих факторів:

параметрів технологічного обладнання і робочого місця, специфічних метеорологічних, зорових, ергономічних умов праці, шуму, тепловиділень, шкідливих речовин, іонізуючих випромінювань. Умови праці операторів при роботі з відео терміналами визначаються характеристиками обладнання, яке використовується, якістю робочих матеріалів, розміщенням елементів обладнання і матеріалів у робочій зоні, конструкцією меблів, їх розмірами. В основному відео термінали мають екрани розміром 25×20 см, розмір екрана по діагоналі має бути не меншим 38 см, колір екрана має бути нейтральним: світло-зеленим, жовто-коричневим. Частота кадрової розгортки повинна складати не менше ніж 70-80 Гц з метою зменшення миготіння. Оптимальна висота розташування екрана має відповідати направленості зору оператора в секторі 50-35° по відношенню до горизонталі.

Робочий стіл повинен мати стабільну конструкцію, покриття поверхні його повинно бути матовим. Сидіння повинно бути комфортним, екран та клавіатура розташовуються на оптимальній відстані від очей користувача, але не ближче 600 мм. Для збереження здоров'я працюючих, запобігання професійних захворювань і підтримання працездатності передбачені внутрішньозмінні режими при 8-годинному робочому дні в залежності від характеру праці:

- для розробників програм – 15 хв. перерви через кожен годину роботи;
- для операторів ЕОМ – 15 хв. через кожні 2 години роботи;
- для операторів комп'ютерного набору – 10 хв. перерви через кожен годину роботи.

У всіх випадках тривалість безперервної роботи з ВДТ не може перевищувати 4 години. У зв'язку з тим, що відео термінали є джерелом тепловиділень, в приміщенні може підвищуватись температура повітря і знизитись відносна вологість повітря приміщення. Розміщення робочих місць у підвальних приміщеннях і на цокольних поверхах не дозволяється. Крім цього, необхідно забезпечити певну площу і об'єм виробничого приміщення: між кожним робочим місцем повинен бути прохід шириною не менше 1м, площа на одного працюючого складає 6 м² і об'єм 19,5 м³.

Для забезпечення нормованих метеоумов використовують опалення, кондиціонування повітря і припливно-витяжну

вентиляцію та застосовують установки або прилади зволоження та штучної іонізації.

Для забезпечення нормальних умов велику роль грає освітлення робочого місця. Для створення комфортних умов праці, запобігання втоми очей і запобігання професійних захворювань освітлення повинно:

- відповідати нормованим значенням освітленості на кожному робочому місці;
- бути рівномірним і постійним;
- не створювати тіней;
- не засліплювати;
- зменшувати до мінімуму стробоскопічний ефект;
- дотримувати необхідний контраст об'єктів і фону на екрані ВДТ;
- забезпечувати правильно підібраними світильниками;
- уникати відблисків на екрані.

Шум, вібрація, ультразвук виникають при роботі машинок, принтерів, розмножувальної техніки, обладнання для кондиціонування повітря, а також вентиляторів систем охолодження і трансформаторів. Рівень шуму на робочих місцях не повинен перевищувати 50 дБ, що досягається застосуванням мало шумного обладнання, використання спеціальних матеріалів для обшивки приміщень, а також різноманітними звукопоглинальними пристроями (перегородки, кожухи, прокладки). Як засоби шумопоглинання застосовуються негорючі або важкогорючі спеціальні перфоровані плити, панелі, мінеральна вата з максимальним коефіцієнтом звукопоглинання в межах частот 31,5-8000 Гц. Крім того, застосовуються підвісні стелі, з аналогічними властивостями. Вентилятори, накопичувачі, принтери (матричні) необхідно розміщувати в іншому приміщенні, огородити звукопоглинальними екранами.

Для зменшення вібрації обладнання необхідно встановлювати на амортизуючі прокладки.

Електромагнітні випромінювання.

Дисплеї на основі ЕПТ є джерелом випромінювання електромагнітного спектра: рентгенівського, радіочастотного але їх значення не перевищують допустимих норм:

-експозиційні норми рентгенівського випромінювання на відстані 5 см від екрану становлять 0,1 мбер/год і дорівнюють 100 мкР/год;

-поверхнева кількість потоку енергії (інтенсивність потоку енергії)

для УФ-С – 0,001 Вт/м² ;

для УФ-В – 0,01 Вт/м² ;

для УФ-А – 0,1 Вт/м² ;

для видимих випромінювань – 10 Вт/м² ;

для інфрачервоних променів – 35-70 Вт/м² ;

-напруженість електростатичного поля – 20 кВ/м.

Вміст озону в повітрі робочої зони не повинен перевищувати 0,1 мг/м³, вміст оксидів азоту – 5 мг/м³, вміст пилу – 4 мг/м³.

Вимоги щодо допустимих значень неіонізуючого поля Електромагнітного випромінювання:

-напруженість електричного поля на відстані 50 см навколо ВДТ не повинна перевищувати:

у діапазоні частот 5 кГц – 20 кГц – 25 В/м²;

у діапазоні частот 20 кГц – 400 кГц – 2,5 В/м²;

-щільність магнітного потоку не повинна перевищувати:

у діапазоні частот 5 кГц – 20 кГц – 250 мТл;

у діапазоні частот 20 кГц – 400 кГц – 25 мТл;

Захист від дії електромагнітних випромінювань наведений вище у розділі 3.

Електробезпека.

Приміщення де експлуатуються ЕОМ та ПЕОМ відносяться до приміщень без підвищеної небезпеки ураження людини електричним струмом. Вимоги електробезпеки і пожежної безпеки у приміщеннях, де встановлені комп'ютери і все устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження їх роботи, електропроводи і кабелі мають відповідати електробезпеці зони та мати апаратуру захисту від стуму короткого замикання. Необхідно забезпечити неможливість виникнення джерела загорання внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів шляхом переходу на негорючу ізоляцію. При одночасному використанні більше 5-ти ПЕОМ на помітному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який в разі

небезпеки повністю обезструмлює електричну мережу (крім освітлення).

Електромережі для підключення комп'ютерів оснащуються справжніми штепсельними з'єднаннями та електророзетками, які крім контактів фазового і нульового робочого провідників, мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника, що під'єднаний раніше, ніж вони.

Порядок роз'єднання при відключенні мережі має бути зворотнім.

Штепсельні з'єднання або електричні розетки для напруги 12 В і 36 В мають бути пофарбовані в колір, що відрізняється від їх кольору для напруги 127 В і 220 В.

Неприпустимо використовувати функціональне заземлення для підключення захисного заземлення. Заземлені конструкції, що знаходяться в приміщенні (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі), мають бути захищені діелектричними щитками або сітками від випадкового дотику.

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

Практична робота №1

“Розрахунок штучного освітлення”

Мета: Ознайомитись з методами розрахунку штучного освітлення приміщень і робочих місць, виконати розрахунок освітленості.

Методи розрахунку штучного освітлення:

- 1) Точковий метод.
- 2) Метод коефіцієнта використання світлового потоку.
- 3) Метод питомої потужності.

Вхідні дані:

1. Нормативне значення освітлення, E_n – 150(Лк);
2. Розмір приміщення – 5*6(м);
3. Висота підвісу світильника над робочою поверхнею, H – 2,2(м);
4. Коефіцієнти відбиття стелі/стін/робочої поверхні – 70/50/10(%);
5. Типи світила – ПВЛП 2*40;
6. Світловий потік одної лампи – 2450;
7. Тип лампи - люмінесцентна лампа, ЛТБ – 40, $P = 40$ Вт;
8. Питома потужність освітлення – 10,8(Вт);
9. K_z – 1,8.

Хід роботи

- 1) Метод коефіцієнта використання світлового потоку.

Розрахунок індексу приміщення:

A, B – розміри кімнати, H - Висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

$$I = (A*B)/H*(A+B) = (30)/11*2,2 = 1,12$$

Розрахунок загального світлового потоку:

E_n – нормоване значення освітлення;
 K_3 – коефіцієнт запасу;
 Z_{min} - коефіцієнт мінімальної освітленості (для люмінесцентних ламп = 1,1);
 η - коефіцієнт використання світлового = 36%;
 $\Phi = (E_n * K_3 * Z_{min} * S_n) * 100\% / \eta = (150 * 1,8 * 1,1 * 30 * 100\%) / 36\% = 24750 \text{ Лм}$

К-сть потрібних ламп:

$\Phi_{л}$ - світловий потік одної лампи

$n = \Phi / \Phi_{л} = 24750 / 2450 = 10,1 \approx 12$ ламп

Розраховуємо фактичну освітленість приміщення:

$E_{ф} = (n * \Phi_{л} * \eta) / (K_3 * Z_{min} * S_n * 100\%) =$
 $(12 * 2450 * 36\%) / (1,8 * 1,1 * 30 * 100\%) = 178$

2) Метод питомої потужності.

Знаходимо загальну потужність освітлення:

$P = P_n * S_n = 10,8 * 30 = 324 \text{ Вт}$.

P_n – питома потужність освітлення (Вт/м²)

Знаходимо к-сть ламп:

$n = P / P_n = 324 / 40 = 8,1 \approx 10$.

Висновок: згідно проведених розрахунків нами встановлено, що для нормального освітлення приміщення, площею 30м² за методом коефіцієнта використання світлового потоку потрібно 12 ламп (ЛТБ-40), а за методом питомої потужності – 10 ламп (ЛТБ-40). Розбіжність в к-сті ламп зумовлена меншою точністю методу питомої потужності.

Згідно ДБН В.2,5-28-2006 («Природне і штучне освітлення»).

Практична робота №2 “Розрахунок природнього освітлення”

Вхідні дані:

1. Розряд зорової роботи – А-1;
2. Розміри приміщення - $5*6 L_n*В$;
3. Висота приміщення - 3,5 h;
4. Орієнтація світлових прорізів за сторонами горизонту(для вибору m_n) – північ;
5. Вид світлопропускного матеріалу, оправ конструкції покриттів сонцезахисні пристрої ;
6. Віконне листове подвійне скло, дерев'яна одинарна, залізобетонні ферми, горизонтальні козирки з кутом 30^0 ;
7. Примітка : світло бокове, площа 1-го вікна : $S_B = 2,55 \text{ м}^2$ ($1,5 \text{ м}*1,7\text{м}$);
8. Р/Н будинку – 2.

Хід роботи

Розраховуємо площу світлових прорізів.

$$S_0 = (S_n * e_n * \eta_b * K_{\text{буд}} * K_3) / (\tau_0 * R_1 * 100) ;$$

S_n – площа підлоги;

e_n - нормоване значення КПО з врахуванням коефіцієнту світлового клімату;

$$e_n = e_H * m_n ;$$

e_H – табличне значення КПО, без врахування коефіцієнта світлового клімату

$$e_H = 1,5;$$

m_n – коефіцієнт світлового клімату

$$m_n = 0,9$$

Природнє освітлення КПО при боковому - 1,5

$$e_n = 1,5 * 0,9 = 1,35$$

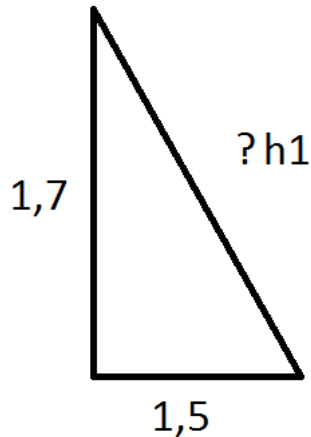
K_3 - коефіцієнт запасу = 1,2

η_b – світлова характеристика вікна

Знаходимо додаткові відношення

$$L_n/V = 5/6 = 0,83$$

h_1 – віддаль від верхнього краю вікна до робочої поверхні



$$h_1 = \sqrt{1,5^2 + 1,7^2} = 2,3$$

$$B/h_1 = 6/2,3 = 2,61$$

$$\eta_b = 18 \text{ (табличне значення)}$$

$K_{\text{буд}}$ – коефіцієнт який враховую затінювання вікон протилежними будинками = 1,1 (табличне значення)

τ_0 – загальний коефіцієнт світло проникнення

$$\tau_0 = \tau_1 * \tau_2 * \tau_3 * \tau_4 * \tau_5;$$

τ_1 – коефіцієнт світло проникнення = 0,8 (табличне значення матеріалу);

τ_2 – коефіцієнт який враховує втрати світла в рамах = 0,75;

τ_3 - коефіцієнт який враховує втрати світла в несучих конструкціях = 1;

τ_4 - коефіцієнт який враховує втрати світла сонцезахисних пристроях = 0,8;

τ_5 - коефіцієнт який враховує втрати світла в сонцезахисній сітці, встановлені під ліхтарями = 1;

$$\tau_0 = 0,8 * 0,75 * 1 * 0,8 * 1 = 0,48 ;$$

R_1 – коефіцієнт який враховує КПО при боковому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщень та підсилюючого шару прилеглих будинків

$$R_1 = 1,15 \text{ (табличне значення)}$$

$$1,5/B = 1,5/6 = 0,25$$

$$S_0 = (S_n * e_n * \eta_b * K_{\text{буд}}) / (\tau_0 * R_1 * 100) = (30 * 1,35 * 18 * 1,1 * 1,2) / (0,48 * 1,15 * 100) = 17,43$$

$$\begin{aligned} \text{Кількість вікон } N &= S_0/S_B = 17,43/2,55 = 7 \text{ вікон} \\ S_{\text{стіни}} &= L_n * h = 5*3,5 = 17,5\text{м}^2 \\ S_0 &< S_{\text{стіни}} \end{aligned}$$

Висновок: розрахувавши природне освітлення, ми встановили що: для нормального освітлення приміщення площею 30 м² потрібно 14 вікон площею 2,55 м² (віконне листове подвійне скло, дерев'яна одинарна, залізобитонні ферми, горизонтальні козирки з кутом 30⁰).

Оскільки площа вікон майже рівна площі стіни, то доцільно використати 2-х стороннє бокове освітлення.

Згідно ДБН В.2.5.-28-2006 («Природне і штучне освітлення»).

Практична робота №3 “Розрахунок захисного заземлення”

Мета роботи: вивчення методики розрахунку і вимірювання опору розтікання струму в землі та заземлюючих пристроїв.

Вихідні дані для розрахунку заземлюючого пристрою:

Тип ґрунту	Напруга електромережі	Потужність	Струм замикання	Довжина електрода	Глибина закладання	Діаметр електродів	Відстань між електродами
суглина	380В	430 кВт	550А	2,5м	0.6м	0,045 м	5м

Розрахункова частина:

1) Визначимо розрахунковий питомий опір землі $\rho_{р.з.} = \phi \cdot \rho_{з.}$, де ϕ — коефіцієнт сезонності, який враховує можливі коливання питомого опору при зміні вологості ґрунту протягом року: $\phi = 1,4$ (Україна лежить в II-III кліматичних районах, тому вибираємо середнє значення $\phi \approx 1,4$); $\rho_{з.} = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ — значення для ґрунту при вологості 10-20%;

$$\rho_{р.з.} = 1,4 \cdot 100 = 140 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

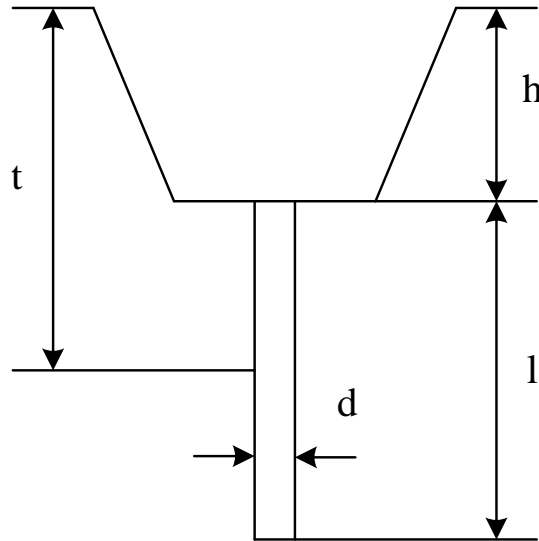
2) Визначимо опір розтікання струму в землі одного вертикального заземлювача заглибленого на глибину h від поверхні землі, за формулою:

$$R_{в} = \frac{\rho_{р.з.}}{2 \cdot \pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right),$$

де $R_{в}$ — опір розтікання струму в землі вертикального заземлення;

$\rho_{р.з.}$ — розрахунковий питомий опір землі, $\text{Ом} \cdot \text{м}$; l — довжина заземлювача, м; d — діаметр заземлювача, м; t — віддаль від

поверхні землі до середини заземлювача, м.



$$t = h + \frac{l}{2} = 0.6 + \frac{2.5}{2} = 1.85 \text{ м};$$

$$R_B = \frac{140}{2 \cdot 3.14 \cdot 2.5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2.5}{0.045} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1.85 + 2.5}{4 \cdot 1.85 - 2.5} \right) = 45.1 \text{ Ом};$$

3) Визначаємо орієнтовану кількість електродів n' :

$$n' = \frac{R_B}{R_{\text{з.норм.}}} = \frac{45.1}{4} = 11.28 \approx 12;$$

Визначимо коефіцієнт використання заземлювачів η_B , який враховує ефект екранування при вибраному значенні $K = \frac{l_2}{l_1}$, де a – віддаль між електродами, м; l – довжина електрода, м (K може бути вибране рівним 1, 2 або 3);

$$K = \frac{5}{2.5} = 2; \text{ при } K = 2, \eta_B = 0.72;$$

4) визначимо дійсну кількість електродів n з урахуванням η_B за формулою:

$$n = \frac{R_B}{R_{\text{з.норм.}} \cdot \eta_B} = \frac{45.1}{4 \cdot 0.72} = 15.66 \approx 16;$$

5) знайдемо довжину горизонтального заземлювача L , який з'єднує вертикальні заземлювачі, які розташовані в ряд, за формулою:

$$L = l_2 \cdot n = 5 \cdot 16 = 80 \text{ м};$$

б) визначимо опір горизонтального заземлювача R_r , прокладеного на глибині h від поверхні землі, за формулою:

$$R_r = \frac{\rho_{p.z.}}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \ln \frac{2L^2}{b \cdot h},$$

де R_r — опір розтікання струму в землі горизонтального заземлювача, Ом; L — довжина горизонтального заземлювача, м; b — ширина смуги сталі, з якої виготовлено заземлювач; h — глибина розташування горизонтального заземлювача, м;

$$R_r = \frac{140}{2 \cdot 3,14 \cdot 80} \cdot \ln \frac{2 \cdot (80)^2}{0,045 \cdot 0,6} = 3,6 \text{ Ом};$$

7) обчислимо загальний опір заземлюючого пристрою за формулою:

$$R_3 = \frac{R_b \cdot R_r}{n \cdot R_r \cdot \eta_b + R_b \cdot \eta_r},$$

де R_3 — загальний опір заземлюючого пристрою, Ом; η_r — коефіцієнт використання горизонтального заземлювача, який визначаємо з таблиці: $\eta_r = 0,4$;

$$R_3 = \frac{45,1 \cdot 3,6}{16 \cdot 3,6 \cdot 0,72 + 45,1 \cdot 0,32} = 2,9 \text{ Ом}.$$

$$R_3 < R_{3 \text{ норм}}$$

Висновок: згідно проведених розрахунків заземлення пристрою, нами було встановлено, що для зменшення напруги дотику в аварійному режимі на основі вихідних даних необхідно 16 заземлювачів, кожен довжиною 2,5м, діаметром 0,045м, забитих на глибині 0,6м, з'єднаних горизонтальною смугою довжиною 80м. Правильність розрахунків підтверджує нерівність $R_3 < R_{3 \text{ норм}}$ ($2,9 < 4$).

Практична робота №4
“Розрахунок засобів звукопоглинання в приміщеннях з комп’ютерною технікою”

Завдання.

Провести розрахунок звукопоглинаючого облицювання поверхонь приміщення з комп’ютерною технікою. В приміщенні працюють програмісти.

Об’єм приміщення $a*b*h$	Кількість джерел шуму	Марка звукопоглинаючого матеріалу
7*6*2,6	5	Плита АГП гіпсова

Розрахунок

Для облицювання поверхонь використано звукопоглинаючий матеріал - Плита АГП гіпсова.

В приміщенні працюють програмісти. Шум в приміщенні створюють 5 джерел.

Об’єм приміщення (V) становить – 109,2 m^3 ;

a - довжина приміщення – 7 м.;

b - ширина приміщення - 6 м.;

h - висота приміщення – 2,6 м.;

Для розрахунку звукопоглинаючого облицювання необхідно знати акустичні характеристики приміщення:

V - постійна приміщення, m^2 ;

A - еквівалентна площа звукопоглинання, m^2 ;

α - середній коефіцієнт звукопоглинання.

Постійна приміщення (B) акустично необробленого приміщення визначається:

$$B = B_n \cdot \mu,$$

де B_n - постійна приміщення на середньгеометричній частоті 1000 Гц, m^2 .

μ - частотний множник залежний від частоти звуку.

Для даного приміщення $B_n = V/6$;

де V - об’єм приміщення.

Отже $V_{\Pi} = 109,2/6 = 18,2$.

Розраховуємо постійну приміщення на всіх частотах:

Значення частотного множника μ залежать від об'єму приміщення. У нашому випадку об'єм приміщення $V = 109,2 \text{ м}^3$, отже $109,2 \text{ м}^3 < 200 \text{ м}^3$, тому значення частотного множника взяті для об'єму приміщення $< 200 \text{ м}^3$.

$$V = V_{\Pi} \cdot \mu$$

$$V_{63} = 18,2 \cdot 0,8 = 14,56(\text{м}^2)$$

$$V_{125} = 18,2 \cdot 0,75 = 13,65(\text{м}^2)$$

$$V_{250} = 18,2 \cdot 0,7 = 12,74(\text{м}^2)$$

$$V_{500} = 18,2 \cdot 0,8 = 14,56(\text{м}^2)$$

$$V_{1000} = 18,2 \cdot 1 = 18,2(\text{м}^2)$$

$$V_{2000} = 18,2 \cdot 1,4 = 25,48(\text{м}^2)$$

$$V_{4000} = 18,2 \cdot 1,8 = 32,76(\text{м}^2)$$

$$V_{8000} = 18,2 \cdot 2,5 = 45,5(\text{м}^2)$$

За знайденими значеннями постійних приміщення для кожної октавної смуги обчислюється еквівалентна площа звукопоглинання:

$$A = V/(V/S + 1)$$

де S - загальна площа огорожуючих поверхонь приміщення, м^2 .

$$\text{Отже, } S = 2 \cdot (a \cdot h + b \cdot h + a \cdot b) = 2 \cdot (7 \cdot 2,6 + 6 \cdot 2,6 + 7 \cdot 6) = 151,6 \text{ м}^2.$$

Тепер обчислюємо еквівалентну площу звукопоглинання для кожної октавної смуги:

$$A_{63} = 14,56 / (14,56 / 151,6 + 1) = 15,96(\text{м}^2)$$

$$A_{125} = 13,65 / (13,65 / 151,6 + 1) = 12,52(\text{м}^2)$$

$$A_{250} = 12,74 / (12,74 / 151,6 + 1) = 11,75(\text{м}^2)$$

$$A_{500} = 14,56 / (14,56 / 151,6 + 1) = 15,96(\text{м}^2)$$

$$A_{1000} = 18,2 / (18,2 / 151,6 + 1) = 16,25(\text{м}^2)$$

$$A_{2000} = 25,48 / (25,48 / 151,6 + 1) = 21,81(\text{м}^2)$$

$$A_{4000} = 32,76 / (32,76 / 151,6 + 1) = 26,94(\text{м}^2)$$

$$A_{8000} = 45,5 / (45,5 / 151,6 + 1) = 34,97(\text{м}^2)$$

Розраховуємо середній коефіцієнт звукопоглинання α в приміщенні до його акустичної обробки обчислюється за формулою:

$$\alpha = V/(V + S).$$

$$\alpha_{63} = 14,56 / (14,56 + 151,6) = 0,087$$

$$\alpha_{125} = 13,65 / (13,65 + 151,6) = 0,083$$

$$\alpha_{250} = 12,74 / (12,74 + 151,6) = 0,077$$

$$\alpha_{500} = 14,56 / (14,56 + 151,6) = 0,087$$

$$\alpha_{1000} = 18,2 / (18,2 + 151,6) = 0,107$$

$$\alpha_{2000} = 25,48 / (25,48 + 151,6) = 0,144$$

$$\alpha_{4000} = 32,76 / (32,76 + 151,6) = 0,178$$

$$\alpha_{8000} = 45,5 / (45,5 + 151,6) = 0,231$$

Зона відбитого звуку визначається величиною граничного радіусу r_{zp} , тобто, відстанню від розповсюджувача шуму, на якій рівень звукового тиску відбитого звуку дорівнює рівню звукового тиску прямого звуку, що розповсюджується.

$$r_{гр} = 0,2 \cdot \sqrt{B_{п2}/n},$$

де $B_{п2}$ - постійна приміщення на середньо геометричній частоті 8000 Гц.

n - кількість однакових розповсюджувачів шуму;

$$B_{п2} = B_n \cdot \mu_{8000};$$

Отже:

$$B_{п2} = 45,5 \cdot 2,5 = 113,75;$$

$$r_{zp} = 0,2 \cdot \sqrt{113,75/5} = 0,954 \text{ м.}$$

Максимальне зниження рівня звукового тиску ΔL (дБ), в кожній октавній смузі при застосуванні звукопоглинаючого облицювання в розрахунковій точці, що розміщена в зоні відбитого звуку обчислюється за формулою:

$$\Delta L = 10 \lg(B'/B)$$

де B' - постійна приміщення після облаштування в ньому звукопоглинаючих конструкцій, m^2 .

$$B' = (A_1 + \Delta A) / (1 - \alpha_1)$$

$A_1 = \alpha \cdot (S - S_{обл})$ - еквівалентна площа звукопоглинання поверхнями не зайнятими звукопоглинаючим облицюванням, m^2 ;

α_1 - середній коефіцієнт звукопоглинання акустично обробленого приміщення;

$$\alpha_1 = (A_1 + \Delta A) / S;$$

ΔA - величина сумарного додаткового поглинання, що вноситься конструкцією звукопоглинаючого облицювання.

$$\Delta A = \alpha_{обл} \cdot \Sigma_{обл}$$

$\alpha_{обл}$ - ревербераційний коефіцієнт звукопоглинаючої конструкції облицювання;

$S_{обл}$ - площа облицьованих поверхонь, m^2 (стіни та стеля);

Розраховуємо площу облицьованих поверхонь:

$$S_{обл} = 2 \cdot (7 \cdot 2,6 + 6 \cdot 2,6) + 7 \cdot 6 = 109,6 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо еквівалентну площу звукопоглинання поверхнями не зайнятими звукопоглинаючим облицьованням :

$$A_1 = \alpha \cdot (S - S_{обл})$$

$$A_{1(63)} = 0,087 \cdot (151,6 - 109,6) = 3,654(\text{м}^2)$$

$$A_{1(125)} = 0,083 \cdot (151,6 - 109,6) = 3,486(\text{м}^2)$$

$$A_{1(250)} = 0,077 \cdot (151,6 - 109,6) = 3,234(\text{м}^2)$$

$$A_{1(500)} = 0,087 \cdot (151,6 - 109,6) = 3,654(\text{м}^2)$$

$$A_{1(1000)} = 0,107 \cdot (151,6 - 109,6) = 4,494(\text{м}^2)$$

$$A_{1(2000)} = 0,144 \cdot (151,6 - 109,6) = 6,048(\text{м}^2)$$

$$A_{1(4000)} = 0,178 \cdot (151,6 - 109,6) = 7,476(\text{м}^2)$$

$$A_{1(8000)} = 0,231 \cdot (151,6 - 109,6) = 9,702(\text{м}^2)$$

Обчислюємо додаткове сумарне звукопоглинання, що вноситься конструкціями звукопоглинаючого облицьовання або штучними поглиначами.

$$\Delta A = \alpha_{обл} \cdot S_{обл}$$

$$\Delta A_{63} = 0,03 \cdot 109,6 = 3,29(\text{м}^2)$$

$$\Delta A_{125} = 0,09 \cdot 109,6 = 9,86(\text{м}^2)$$

$$\Delta A_{250} = 0,26 \cdot 109,6 = 28,49(\text{м}^2)$$

$$\Delta A_{500} = 0,54 \cdot 109,6 = 59,18(\text{м}^2)$$

$$\Delta A_{1000} = 0,94 \cdot 109,6 = 103,02(\text{м}^2)$$

$$\Delta A_{2000} = 0,67 \cdot 109,6 = 73,43(\text{м}^2)$$

$$\Delta A_{4000} = 0,4 \cdot 109,6 = 43,84(\text{м}^2)$$

$$\Delta A_{8000} = 0,3 \cdot 109,6 = 32,88(\text{м}^2)$$

Обраховуємо середній коефіцієнт звукопоглинання акустично-обробленого приміщення:

$$\alpha_1 = (A_1 + \Delta A) / S$$

$$\alpha_{1(63)} = (3,654 + 3,29) / 151,6 = 0,045$$

$$\alpha_{1(125)} = (3,486 + 9,86) / 151,6 = 0,088$$

$$\alpha_{1(250)} = (3,234 + 28,49) / 151,6 = 0,21$$

$$\alpha_{1(500)} = (3,654 + 59,18) / 151,6 = 0,41$$

$$\alpha_{1(1000)} = (4,494 + 103,02) / 151,6 = 0,71$$

$$\alpha_{1(2000)} = (6,048 + 73,43) / 151,6 = 0,52$$

$$\alpha_{1(4000)} = (7,476 + 43,84) / 151,6 = 0,34$$

$$\alpha_{1(8000)} = (9,702 + 32,88) / 151,6 = 0,28$$

Обчислюємо постійну приміщення після облаштування в ньому звукопоглинаючих конструкцій, m^2 .

$$B' = (A_1 + \Delta A) / (1 - \alpha_1)$$

$$B'_{63} = (3,654 + 3,29) / (1 - 0,045) = 7,27(m^2)$$

$$B'_{125} = (3,486 + 9,86) / (1 - 0,088) = 14,63(m^2)$$

$$B'_{250} = (3,234 + 28,49) / (1 - 0,21) = 35,09(m^2)$$

$$B'_{500} = (3,654 + 59,18) / (1 - 0,41) = 106,49(m^2)$$

$$B'_{1000} = (4,494 + 103,02) / (1 - 0,71) = 370,65(m^2)$$

$$B'_{2000} = (6,048 + 73,43) / (1 - 0,52) = 165,48(m^2)$$

$$B'_{4000} = (7,476 + 43,84) / (1 - 0,34) = 77,75(m^2)$$

$$B'_{8000} = (9,702 + 32,88) / (1 - 0,28) = 59,14(m^2)$$

Максимальне зниження рівня звукового тиску ΔL (дБ) на різних частотах:

$$\Delta L = 10 \lg(B'/B)$$

$$\Delta L_{63} = 10 \cdot \lg 7,27 / 14,56 = 0$$

$$\Delta L_{125} = 10 \cdot \lg 14,63 / 13,65 = 0$$

$$\Delta L_{250} = 10 \cdot \lg 35,09 / 12,74 = 4,41$$

$$\Delta L_{500} = 10 \cdot \lg 106,49 / 14,56 = 8,64$$

$$\Delta L_{1000} = 10 \cdot \lg 370,65 / 18,2 = 13,09$$

$$\Delta L_{2000} = 10 \cdot \lg 165,48 / 25,48 = 8,12$$

$$\Delta L_{4000} = 10 \cdot \lg 77,75 / 32,76 = 3,75$$

$$\Delta L_{8000} = 10 \cdot \lg 59,14 / 45,5 = 1,14$$

Висновок: Під час практичної роботи я провів розрахунок звукопоглинаючого облицювання поверхонь з комп'ютерною технікою.

ІНСТРУКЦІЯ ПО ОХОРОНІ ПРАЦІ

(титульна сторінка)

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор ЧНУ

Мельничук С. В.

“ _____ ” _____ 2018 р.

ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ № 48-Р

**ПРАВИЛА ПОВЕДІНКИ СТУДЕНТІВ І СПІВРОБІТНИКІВ,
ЩО ПРАЦЮЮТЬ В НАВЧАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ
КАФЕДРИ РАДІОТЕХНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ**

Загальні положення

Забороняється допускати студентів до виконання лабораторних робіт без вивчення цієї інструкції. Проведення інструктажу відмічається підписом у лабораторному журналі з техніки безпеки. Відповідальність за це несе зав. лабораторією, керівник робіт.

Відповідальні за техніку безпеки і протипожежну безпеку в лабораторіях зобов'язані забезпечити дотримання працюючими норм і правил ТБ, слідкувати за станом протипожежних засобів, наявністю аптечки, необхідних медикаментів, за правильним зберіганням легкозаймистих речовин, отрут і т.д., а також за санітарним станом лабораторій.

Лабораторні заняття проводяться в строго встановлені години, визначенні розкладом. Студенти, що спізнилися, до початку занять без дозволу деканату до роботи не допускаються.

Вимоги техніки безпеки перед початком роботи

Всі небезпечні і безпечні речовини необхідно зберігати тільки в закритому посуді з етикетками, які чітко вказують назву речовини (зразка для досліджень), її кваліфікацію (ступінь чистоти) і концентрацію (для розчинів). Кожна речовина повинна мати місце на полиці, в шафі, на стелажі; поряд наклеюється список речовин що зберігаються.

Електричний струм напругою 36 В і більше небезпечний для життя людини. Найбільша кількість нещасних випадків відбувається від ударів струму напругою 220 В.

Всякий дотик до оголеного (або з поганою ізоляцією) проводу, до електрообладнання з ненадійним заземленням, яке знаходиться під, напругою, може закінчитися смертельним випадком.

Перед включенням приладу чи установки в мережу необхідно:

а) вивчити інструкцію по експлуатації приладів і установки, звернувши особливу увагу на розділ "Техніка безпеки";

б) перевірити зовнішнім оглядом справність захисного кожуха і передньої панелі приладів і установки, міцність ізоляції з'єднувальних проводів і штепсельних з'єднань, наявність і надійність заземлення. Про всі помічені неполадки сповістити керівника робіт.

До виконання експериментальної частини роботи допускаються

студенти, котрі вивчили лабораторне обладнання, правила техніки безпеки і поведінки в лабораторії.

Вмикати лабораторне обладнання в електромережу і починати експеримент можна тільки з дозволу викладача або асистента.

На кожному робочому місці при ввімкненому обладнанні повинно знаходитись не менш двох працюючих студентів.

Вимоги техніки безпеки в аварійних ситуаціях

Під час роботи в лабораторіях дотримуватися чистоти, порядку і правил ТБ, так як безладність, поспішність і недбалість в роботі призводять до нещасних випадків і важких наслідків.

Забороняється працювати в лабораторіях одному.

Забороняється в лабораторії пити воду, їсти, курити.

Забороняється зберігати хімічні речовини в лабораторіях у кількостях, що перевищують добові витрати.

Під час занять забороняється шуміти, ходити по лабораторії, займатися сторонніми справами. Розмови, пов'язані з виконанням лабораторної роботи, слід вести напівголоса. При необхідності вийти з лабораторії або ввійти в приміщення лабораторії, слід звернутись до викладача і отримати на це дозвіл.

Записи, малюнки вести в окремому зошиті у вигляді протоколу експериментальних досліджень, котрий після перевірки результатів викладачем, є основою для оформлення звіту про виконану роботу.

Забороняється при ввімкненому обладнанні змінювати структурну схему лабораторної роботи, виконувати без відповідного дозволу вимкнення і перез'єднування з'єднувальних провідників, кабелів.

Забороняється під час роботи обладнання (вимірювальної апаратури, блоків живлення) знімати з'єднувальні гнізда, відкривати задні стінки приладів, а також знімати та пересувати окремі блоки.

Під час роботи з електронним обладнанням доторкатись до радіаторів і труб центрального опалення. Будь-які маніпуляції з органами керування і настройки пристроїв рекомендується здійснювати однією рукою, а також не дозволяється залишати ввімкнутим лабораторне обладнання без нагляду.

Забороняється в лабораторіях знаходитись у верхньому одязі, а також роздягатись в лабораторіях.

Вішати чи класти одягу чи будь які предмети на рубильники, вимикачі, дрiт, iзолятори, прилади, установки i т. д. забороняється.

Всякий ремонт електромережi, електрообладнання, рубильникiв, вимикачiв i заміну електроламп дозволяється проводити тільки спеціалістам - електрикам. Решті працівникiв виконання таких робiт забороняється.

Студентам забороняється самостійно включати прилади i установки в електричну мережу.

Особи, що порушують правила безпеки, притягаються до відповідальності.

При виявлені оголених гнучких шнурiв або інших неполадок апаратури терміново вимкнути всі прилади та джерела живлення, i доповісти про це викладачеві або черговому лаборанту.

Якщо хтось потрапив під електричний струм, необхідно перш за все звільнити потерпілого від дії електричного струму. Виконати це необхідно негайно i безпечним шляхом, наприклад:

- а) виключити рубильник, виключити чи відключити установку (прилад) від електромережi;
- б) перерубати проводи гострим інструментом з дерев'яною сухою ручкою;
- в) відкинути провід сухою палицею;
- г) доповісти про те, що сталося викладачеві або черговому лаборанту.

Пам'ятай: Не можна торкатись голими руками тіла потерпілого, поки воно знаходиться під струмом. При втраті потерпілим свідомості до приходу лікаря необхідно зробити штучне дихання.

Вимоги техніки безпеки після закінчення роботи

Після закінчення роботи привести у порядок своє робоче місце, сповістити керівнику робiт, i тільки після цього можна покинути лабораторію.

Виходячи з лабораторії, перевірте, чи виключені газ, вода i електрообладнання.

Правила пожежної безпеки

Для зберігання горючих легкозаймистих речовин у

приміщеннях встановлюється спеціальні металеві шафи (ящики), які щільно зачиняються і викладені в середині азбестом, а на дно насипається пісок. Легкозайmistі і горючі речовини повинні зберігатися у герметично закритих товстостінних банках.

Всі роботи з легкозайmistими і горючими речовинами необхідно проводити у витяжних шафах. Роботи з легкозайmistими рідинами в лабораторіях, де є відкрите полум'я, забороняється.

Нагрівання і розгонки зайmistих рідин слід проводити в круглодонних колбах на банках, заповнених маслом, водою або піском. Нагрівання колб з горючими рідинами на відкритому вогні категорично забороняється.

Відпрацьовані горючі рідини збираються у спеціально призначену для цієї мети тару і виносять з лабораторії для наступної регенерації чи знищення. Виливати легкозайmistі чи горючі рідини у каналізацію забороняється.

При випадковому розливі легкозайmistих і горючих рідин треба негайно погасити всі газові горілки, відключити електроприлади рубильником, що розташовані поза даним приміщенням лабораторії, зачинити двері і відкрити вікна, а місця, де була розлита вогнебезпечна рідина, засипати піском. Забруднений пісок слід збирати дерев'яною лопаткою чи шматком фанери. Користуватись стальними лопатами чи совками забороняється, так як це може привести до вибуху і пожежі.

Інструкцію розробив:
зав. кафедрою радіотехніки
та інформаційної безпеки

Політанський Л.Ф.

Узгоджено:
відділ охорони праці
університету

Паньків І.М.

Список рекомендованої літератури

1. Батлук В.А. Гогіташвілі Г.Г., Уваров Р.В., Смердова Т.А. Охорона праці в галузі телекомунікацій. Навч. посібник – Львів: Афіша, 2003. – 320 с.
2. Горобец А.И., Степаненко А.И., Охрана труда в радиоэлектронной промышленности. – К: Техника, 1987. – 135 с.
3. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. – К: МОЗ, 1996. – 27с.
4. ДСан П і Н 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електрообчислювальних машин.
5. Житецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2002. – 320 с.
6. Житецький В.Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. – Львів: Афіша, 2000.-176с.
7. Ненашев А. П. Конструирование радиоэлектронных средств. Учебник. – М: Высш. шк. 1990. – 432 с.

Навчальне видання

**ОХОРОНА ПРАЦІ
В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ
ТА СИСТЕМАХ ТЗІ
Навчальний посібник**

Укладачі: ***Брайловський Володимир Васильович***

Зушман Іван Михайлович

Русин Володимир Богданович

Відповідальний за випуск

Літературний редактор

Комп'ютерний набір

Політанський Л.Ф.

Макарова О.П.

Русин В.Б.