

Лекція № 8

Тема 2.6. Нормування вібраційного, електромагнітного і радіаційного забруднення довкілля

Мета: поглибити уявлення про вібраційне, електромагнітне і радіаційне забруднення довкілля, ознайомитися із основами нормування у даній сфері; виховувати у здобувачів відповідальність за вибрану професію та охорону довкілля, підвищувати активність щодо отримання глибоких знань з дисципліни; розвиток вмінь вибирати з наданої інформації основне, аналізувати почуте і самостійно опрацьовувати літературу з заданої тематики.

Основні поняття: вібрація, загальна вібрація, локальна вібрація, виробнича вібрація, локальна вібрація, електромагнітне забруднення, радіаційне забруднення.

План і організаційна структура лекції:

1. Нормування вібраційного забруднення довкілля.
2. Нормування електромагнітного забруднення.
3. Нормування радіаційного забруднення.

Зміст лекційного матеріалу (текст лекції)

1. Нормування вібраційного навантаження

Основним нормативним документам стосовно вібрації є ДСН 3.3.6.039. Наказ МОЗ України від 13.02.2023 № 285 "Про затвердження Граничних та робочих рівнів виробничої вібрації та Порядку проведення оцінки рівня небезпеки впливу вібрації на працівника"

Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

Вібрація – механічні коливання твердого тіла.

Загальна вібрація – механічна вібрація, яка передається на людське тіло в цілому і створює небезпеку для здоров'я і безпеки працівників, зокрема, спричиняє захворювання у нижній частині спини та травми хребта;

Локальна вібрація – механічна вібрація, що передається через систему «кисть-рука» і обумовлює небезпеку для здоров'я і безпеки працівників, зокрема, спричиняє судинні розлади, захворювання кісток і суглобів, неврологічні і м'язові розлади. Передається через руки працюючих при

контакті ручним механізованим інструментом, органами керування машинами і обладнанням, деталями, які обробляються та ін.

Граничне значення (віброприскорення) добової експозиції – максимальне значення впливу вібрації, якому може піддаватися працівник, що не може бути перевищене;

Значення (віброприскорення) діючої добової експозиції – значення впливу вібрації, при перевищенні якого роботодавець зобов'язаний вжити заходів для зменшення зазначеного впливу

Для локальної вібрації встановлюються такі значення граничної та діючої експозиції:

1) граничне значення (віброприскорення) добової експозиції, встановлене для 8-годинної робочої зміни становить 5 м/с^2 ;

2) значення (віброприскорення) діючої добової експозиції, встановлене для 8-годинної робочої зміни, становить $2,5 \text{ м/с}^2$.

Для загальної вібрації встановлюються такі значення граничної та діючої експозиції:

1) граничне значення (віброприскорення) добової експозиції, встановлене для 8-годинної робочої зміни, становить $1,15 \text{ м/с}^2$, або величина дози вібрації становить $21 \text{ м/с}^{1,75}$;

2) значення (віброприскорення) діючої добової експозиції, встановлене для 8-годинної робочої зміни, становить $0,5 \text{ м/с}^2$, або величина дози вібрації становить $9,1 \text{ м/с}^{1,75}$.

Вібрацію поділяють на природну та штучну.

Основними видами вібрації є загальна і локальна вібрація, постійна і непостійна вібрація.

За часовими характеристиками загальні та локальні вібрації поділяють на:

- постійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється менше ніж у 2 рази (менше 6 дБ) за робочу зміну;
- непостійні, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється не менше ніж у 2 рази (6 дБ і більше) за робочу зміну.

Непостійні вібрації поділяють на:

- коливні, рівні яких безперервно змінюються в часі;
- переривчасті, коли контакт з вібрацією в процесі роботи переривається, причому довжина інтервалів, під час яких має місце контакт, становить більше 1 с;

- імпульсні, що складаються з одного або кількох вібраційних впливів (наприклад, ударів), кожен довжиною менше ніж 1 с, при частоті їх дії менше ніж 5,6 Гц.

Значення вібрацій як фактора забруднення природного середовища залежить від їхньої потужності та частоти. Слабкі вібрації помітної шкоди біоті й довкіллю не завдають. Навпаки, в деяких випадках вони стимулюють розвиток рослин і тварин, використовуються в медицині. Сильні вібрації, як шкідливі, так і корисні, з екологічного погляду, негативно впливають на довкілля і біоту, у тому числі на людину.

Нормування вібрацій поділяють на санітарне (гігієнічне) й технічне.

При *санітарному* нормуванні регламентуються відповідні умови щодо захисту від вібрації людини, а при технічному – щодо захисту машин, устаткування, будівель і т.д. від вібрації, яка може призвести до їх пошкодження чи передчасного виходу з ладу. Вібрації можуть негативно впливати на довкілля. Наприклад, якщо буде пошкоджена від вібраційного впливу велика ємність з отруйними речовинами, це може призвести до небезпечної екологічної ситуації. Дія вібрації на організм людини залежить від таких її характеристик (параметрів): інтенсивності, спектрального складу, тривалості впливу, напрямку дії.

Гігієнічна оцінка вібрації, що діє на людину у виробничих умовах, здійснюється за допомогою таких методів:

- частотного (спектрального) аналізу її параметрів;
- інтегральної оцінки за спектром частот параметрів, що нормуються;
- дози вібрації.

При частотному аналізі параметрами, що нормуються є середні квадратичні значення віброшвидкості та віброприскорення, або їх логарифмічні рівні в дБ в діапазоні октавних смуг із середньоквадратичними частотами: 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 31,5; 63 Гц – для загальної вібрації; 8,0; 16,0; 31,5; 63,0; 125,0; 250,0; 500,0; 1000,0 Гц – для локальної вібрації.

Кількісні та якісні критерії і показники несприятливого впливу вібрації на людину, диктуються санітарними нормативними документами Міністерства охорони здоров'я. Згідно з ними вводяться наступні критерії оцінки несприятливого впливу вібрації: критерій "безпека", який забезпечує не порушення здоров'я оператора і виключає можливість виникнення травмонебезпечних чи аварійних ситуацій через дію вібрації; критерій "межа

зниження продуктивності праці" забезпечує підтримку нормативної продуктивності, яка не знижується через розвиток втоми під впливом вібрації; критерій "комфорт", при якому людина має відчуття комфортності умов праці.

Санітарні норми показників вібраційного навантаження на оператора (для 8-годинної роботи) наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Санітарні норми вібраційного навантаження (за 8 год.)

Вид вібрації	Категорія за санітарними нормами	Нормативні значення			
		віброприскорення		віброшвидкості	
		мс ⁻²	дБ	мс ⁻¹ 10 ⁻²	дБ
Локальна	-	2,0	126	2,0	112
	1	0,4	112	3,2	116
Загальна	2	0,28	109	0,56	101
	3 тип "а"	0,1	100	0,2	92
	3 тип "б"	0,014	83	0,028	75

Оцінка вібраційної безпеки праці повинна проводитись на робочих місцях в конкретному місці при виконанні певної операції.

Виробнича вібрація загальної дії.

Вібрацію загальної дії залежно від джерела її походження поділяють на такі категорії:

Транспортна вібрація – коливання, що впливають на людину, яка перебуває в умовах робочих місць причіпних чи самохідних машин. Йдеться про транспортні засоби, що коливаються під час руху по дорогах чи іншій місцевості, а також у процесі їх розробки. Серед осередків транспортної вібрації:

- промислове та сільськогосподарське самохідне устаткування (комбайни);
- вантажні автомобілі (скрепери, тягачі, грейдери а також котки);
- транспорт гірничошахтний, який належить до самохідного рейкового, наприклад, машини для прибирання снігу.

Транспортно-технологічна вібрація належить до другої категорії впливу на робітника, який перебуває в робочих умовах, де рухливість дуже обмежена. Йдеться про устаткування, що здійснює рух лише спеціальними поверхнями на виробництві, в умовах робочих майданчиків. До осередків таких коливань можна зарахувати робочі екскаватори, наприклад, роторного виду, будівельну та промислову кранову техніку, устаткування для загрузки мартенів, комбайни

гірничого призначення, бурильні каретки самохідного типу, укладачі бетону, шляхові машини та інше устаткування.

Технологічна вібрація належить до III категорії впливу на людину в робочих умовах. Вона здатна поширюватися на устаткування стаціонарного призначення та на робочі поверхні, яким не властиве дрижання. Джерелами коливань такої дії можуть бути метало- та деревообробне устаткування, робочі верстати, різноманітне ковальське та пресувальне обладнання, ливарні машини, установки стаціонарного електричного виду дії, вентилятори та насоси. Технологічну вібрацію також викликають бурові агрегати для впорядкування свердловин, різноманітні машини для тваринництва, верстати та установки для очищення зерна і його сортування (сушарні), будівельне обладнання (за винятком бетоноукладачів), устаткування нафтохімічної та хімічної галузей тощо.

За джерелом виникнення **локальну вібрацію** поділяють на таку, що передається від:

- ручних машин або ручного механізованого інструменту, органів керування машинами та устаткуванням;
- ручних інструментів без двигунів (наприклад, рихтувальні молотки) та деталей, які оброблюються.

Заходи та засоби захисту від вібрації

Заходи та засоби захисту від вібрації за організаційною ознакою поділяються на колективні та індивідуальні (рис. 1).

Колективні заходи та засоби віброзахисту можна розподілити за такими напрямками:

- зниження вібрації в джерелі її виникнення;
- зменшення параметрів вібрації на шляху її поширення від джерела;
- організаційно-технічні заходи;
- лікувально-профілактичні заходи.

Зменшення вібрації в джерелі її виникнення досягається шляхом застосування таких кінематичних та технологічних схем, які усувають чи мінімально знижують дію динамічних сил. Так, вібрація послаблюється при заміні кулачкових та кривошипних механізмів на механізми, що обертаються з рівномірною швидкістю, механічних приводів - на гідравлічні та ін. Зменшення вібрації досягається також статичним та динамічним зрівноважуванням

механізмів та об'єктів, що обертаються. Слід зазначити, що дія динамічних сил може посилитись унаслідок спрацювання окремих механізмів, появи зазорів та люфтів, поганого зчеплення деталей, що призводить до посилення вібрації. При проектуванні устаткування важливо передбачити недопущення резонансних режимів його роботи. Це досягається раціональним вибором маси та жорсткості коливальної системи або частоти змушувальної сили.

Контакту працівника з віброоб'єктом, а відтак і шкідливої дії вібрації можна уникнути шляхом використання дистанційного керування, автоматичного контролю та сигналізації, а також застосування захисного огороження. Якщо цього досягти неможливо, то необхідно при контакті працівника з віброоб'єктом домогтися зменшення параметрів вібрації на шляху її поширення від джерела змушувальної сили. Цього можна досягти за допомогою *вібропоглинання, віброгасіння та віброізоляції*.

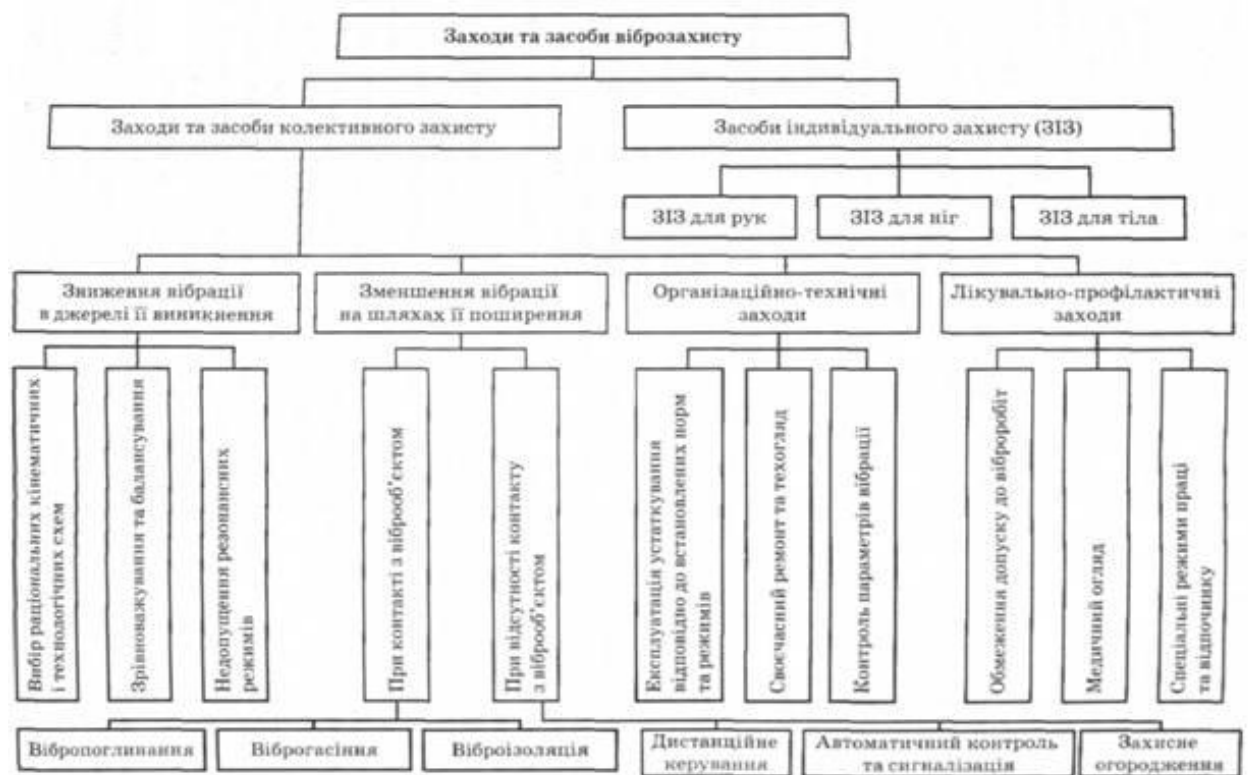


Рисунок 1 – Заходи та засоби захисту від вібрації

Вібропоглинання (вібродемпфірування) полягає в штучному збільшенні втрат у коливальній системі; при цьому енергія вібрації перетворюється на теплову. На практиці для цього найчастіше використовують конструктивні матеріали з великим внутрішнім тертям (пластмаси, сплави марганцю та міді, магнієві сплави і т. ін.) або наносять на поверхні, що вібрують, шар пружно-

в'язких матеріалів, які збільшують внутрішнє тертя в коливній системі (покриття поверхонь, що вібрують, гумою та пружно-в'язкими мастиками на основі полімерів, мащення вузлів та з'єднань).

Динамічне віброгасіння полягає у збільшенні реактивного опору коливної системи. Засоби динамічного віброгасіння за принципом дії поділяються на ударні та динамічні віброгасники. Останні за конструктивною ознакою можуть бути пружинними, маятниковими, ексцентриковими та гідравлічними. Вони зазвичай являють собою додаткову коливну систему, яка встановлюється на агрегаті, що вібрує, масою M та жорсткістю C (рис. 2). Причому маса M та жорсткість C цієї системи підібрані таким чином, що в кожному момент часу збуджуються коливання, які знаходяться в протифазі з коливаннями агрегату. Недоліком динамічних віброгасників є те, що вони налаштовані на певну частоту, яка відповідає їх резонансному режиму коливання.

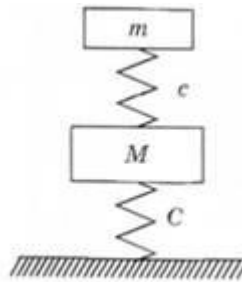


Рисунок 2 – Схема дії динамічного віброгасника.

Для зниження вібрації застосовують також ударні віброгасники маятникового, пружинного і плаваючого типів. У них здійснюється перехід кінетичної енергії відносного руху елементів, що контактують, в енергію деформації з поширенням напружень із зони контакту за елементами, що взаємодіють. Унаслідок цього енергія розподіляється за об'ємом елементів віброгасника, які зазнають взаємних ударів і спричиняють їх коливання. Одночасно відбувається розсіювання енергії внаслідок дії сил зовнішнього та внутрішнього тертя. Маятникові ударні віброгасники використовуються для гасіння коливань частотою 0,4-2,0 Гц, пружинні - 2-10 Гц, плаваючі - понад 10 Гц.

Віброгасники камерного типу призначені для перетворення пульсуючого потоку газу чи рідини на рівномірний. Такі віброгасники встановлюються на всмоктувальній та нагнітальній сторонах компресорів, на гідроприводах, водогонках тощо.

Віброізоляція полягає у введенні в коливну систему додаткового пружного

зв'язку, який перешкоджає передачі вібрації від об'єкта, що вібрує, до основи, суміжних конструкцій чи людини.

Віброізоляція є єдиним ефективним способом зменшення вібрації, що передається на руки від ручного механізованого інструмента. Для цього держак відокремлюється від корпусу інструмента, що вібрує, за допомогою пружного елемента.

Комплекс лікувально-профілактичних заходів захисту від вібрації передбачає: 1) попередній та періодичні медичні огляди; 2) заборону допуску до вібраційних робіт осіб молодших 18 років та таких, що мають відповідні протипокази у стані здоров'я; 3) лікувальну гімнастику та масаж рук; 4) спеціальні режими праці та відпочинку. Так, якщо допустимий сумарний час дії локальної вібрації більший за необхідний технологічний час праці за зміну, то він повинен довільно розподілятися у межах робочої зміни з додержанням двох регламентованих перерв (перша - 20 хв за 1-2 год від початку роботи; друга - 30 хв через 2 год після обідньої перерви) та обідньої перерви не менше ніж 40 хв.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) від вібрації за місцем контакту працівника з об'єктом, що вібрує, поділяються на: ЗІЗ для рук (рукавиці, рукавички, прокладки); ЗІЗ для ніг (спеціальне взуття, підметки, килими, наколінники); ЗІЗ для тіла (нагрудники, пояси, спеціальні костюми).

Вплив вібрації на організм людини.

Одним із найбільш поширених професійних захворювань є вібраційна хвороба. Найбільш проблемними є підприємства машинобудування, гірничорудної промисловості.

Особливості впливу виробничої вібрації, характер, глибина і спрямованість фізіологічних змін різних систем організму залежать від рівня, частотного складу коливань і фізіологічних властивостей тіла людини. Важливе значення надають функціональному стану передверно-завиткового органа (внутрішнє вухо), рухового, шкірного та інших аналізаторів.

Локальна вібрація малої інтенсивності може сприятливо впливати на окремі тканини і організм у цілому, поновлюючи трофічні зміни, поліпшуючи кровообіг у тканинах (вібромасаж) та прискорюючи заживлення ран тощо. При збільшенні інтенсивності коливань і тривалості дії вібрації в організмі можуть виникати стійкі патологічні зміни, які призводять у деяких випадках до розвитку професійного захворювання — вібраційної хвороби.

Вібраційна хвороба є однією з основних форм хронічних професійних

захворювань; найбільш розповсюджена серед висококваліфікованих робітників з великим стажем роботи.

Відрізняють вібраційну хворобу від впливу локальної і загальної вібрації. В етіопатогенезі захворювань основна роль належить параметрам локальної вібрації, яка виникає при використанні ручних машин, що не відповідають вимогам санітарних норм. Суттєве значення має також розвинута спеціалізація праці, яка веде до збільшення тривалості впливу вібрації на організм, індивідуальна чутливість організму, наявність супровідних несприятливих виробничих факторів — шуму, місцевого або загального охолодження, статичної напруженості. **Найбільш потенційно небезпечною у відношенні патології є вібрація з частотою 16 — 250 Гц.**

У суб'єктивному сприйнятті вібрації важливе значення надають біомеханічним властивостям тіла людини. Слід враховувати фізичну дію на шкірні рецептори у місці контакту (мікротравматизація тканин), розповсюдження коливань у тканинах, характер м'язової діяльності, реакція органів і тканин на вібрацію, яка залежить від типу і кількості рецепторів, що подразнюються, а також подразнення механорецепторів, що викликають нервово-рефлекторні і суб'єктивні реакції.

При збільшенні частоти коливань відбувається ослаблення передачі вібрації тілу людини. Однак при дії резонансних для організму частот (2—9 Гц) спостерігається не ослаблення, а збільшення віброшвидкості.

Патогенез вібраційної хвороби обумовлений рефлекторною дією локальної і загальної вібрації на тканини і органи і закладені в них численні екстеро- і інтерорецептори, змінами функціонального стану різних відділів центральної нервової системи, вищих вегетативних центрів, зокрема таламуса і гіпоталамуса. Поряд з рефлекторними впливами відбувається функціональне блокування структур головного мозку в результаті поширення патологічного процесу на спинномозкові утворення симпатичної частини вегетативної нервової системи на рівні шийного і верхньогрудного відділів. Не виключено, що подібне порушення взаємодії периферії і центрів призводить до стійких клінічних проявів.

Низькочастотна вібрація, яка є адекватним подразником переддверно-завиткового органа, призводить до виникнення вестибулосоматичних реакцій (відхилення тіла, ністагм, промахування тощо). Крім того, вібрація справляє мікротравмуючу дію на периферичну нервову систему, викликає порушення

трофіки м'язової і кісткової тканини. Високочастотна вібрація викликає складні реакції в рецепторах майже всіх тканин і периферичних нервів. При рефлекторній дії вібрації порушується вегетосудинна регуляція, яка пов'язана із станом спинно-мозкових гангліїв і вегетативних центрів, розташованих як у бічних рогах спинного мозку, так і на більш високих рівнях.

Вібраційна хвороба тривалий час може не виявлятися, але повільно прогресувати. Хворі протягом цього періоду зберігають працездатність.

2. Нормування електромагнітного забруднення

Основними джерелами електромагнітних випромінювань є: радіопередавальні, радіотелевізійні, радіолокаційні станції. Їх СЗЗ визначаються розрахунковим методом. Для електростанцій з використанням енергії сонця та вітру СЗЗ визначаються розрахунковим методом, але рекомендується визначати не менше 100 метрів від межі їх земельної ділянки.

Майданчики для розміщення передавальних радіотехнічних засобів слід визначати за межами населених пунктів з урахуванням потужності об'єкта, конструктивних особливостей антен, рельєфу місцевості за умови не перевищення допустимого рівня, встановленого санітарними нормами і правилами.

Допускається розміщення радіотехнічних засобів стільникового зв'язку на дахах житлових, громадських та інших будівель. Їх розміщення повинно відповідати вимогам ДСН 239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань».

З метою захисту населення від впливу потужних електромагнітних полів встановлюються санітарно-захисні зони (СЗЗ), та зони обмеження забудови (ЗОЗ). Орієнтовні розміри СЗЗ для типових передавальних радіостанцій, а також для типових телецентрів, телевізійних ретрансляторів наведені у табл. 2, 3.

Таблиця 2

Розміри СЗЗ для типових передавальних радіостанцій

Потужність одного передавача (кВт)	Об'єкти	СЗЗ (метри)
Мала, (до 5), та середня (5-25)	довгохвильові	10
	середньохвильові	20
	короткохвильові	175

Велика, (25 – 100)	довгохвильові	75
	середньохвильові	150
	короткохвильові	400
Надвелика, (більше 100)	довгохвильові	> 480
	середньохвильові	> 960
	короткохвильові	> 2500

Таблиця 3

Орієнтовні розміри СЗЗ для типових телецентрів, телевізійних ретрансляторів

Потужність одного передавача (кВт)*	Висота антени (метри)	СЗЗ (метри)
Мала, до 5 / 2,5	180,0	В межах технічної території
Середня, 5 / 2,5 – 25 / 7,5	240,0	200,0
Велика, 25 / 7,5 – 50 / 15,0	300,0	400,0
Надвелика, більше 50 / 15,0	300,0	500,0
Примітка*. В чисельнику – потужність передавача, в знаменнику – потужність звукового супроводу		

З метою захисту населення від електричних полів встановлюються СЗЗ вздовж трас ліній по обидва їх боки. Розміри цієї території визначаються від проекції крайньої підвіски проводу на відстань, на якій забезпечується гранично допустимий рівень поля, відповідно до вимог ДСН 239-96.

Не допускається в межах СЗЗ розміщення житлових і громадських будівель, дачних ділянок та інших місць перебування людей, стоянок усіх видів автомобілів, а також складів нафти та нафтопродуктів.

Допустимі рівні електромагнітних полів на робочих місцях. Електромагнітні поля характеризуються певною енергією, яка поширюється у просторі у вигляді електромагнітних хвиль; оцінюються кількістю енергії (потужності), що переноситься хвилею у напрямку свого поширення. Простір навколо джерела ЕМП умовно поділяють на ближню зону (зону індукції) та дальню зону (зону випромінювання). Для оцінки ЕМП у цих зонах використовують різні підходи. Ближня зона охоплює простір навколо джерела ЕМП, що має радіус, який приблизно дорівнює 0,17 довжини хвилі. В цій зоні

електромагнітна хвиля ще не сформована, тому інтенсивність ЕМП оцінюється окремо напруженістю магнітної та електричної складової поля. У ближній зоні, зазвичай, знаходяться робочі місця, на яких присутні джерела електромагнітних випромінювань з довжиною хвилі меншою ніж 1 м. Інші – знаходяться практично завжди у дальній зоні, у якій електромагнітна хвиля вже сформувалася. У цій зоні ЕМП оцінюється за кількістю енергії (потужністю), що переноситься хвилею у напрямку свого поширення. Для кількісної оцінки цієї енергії застосовують значення поверхневої густини потоку енергії, що визначається у Вт/м^{-2} .

Допустимі рівні напруженості ЕМП радіочастотного діапазону на робочих місцях та в місцях знаходження персоналу, в яких є джерело ЕМП, регламентуються ДСН 239-96. Напруженість ЕМП в діапазоні частот 60 кГц–300 мГц на робочих місцях персоналу протягом однієї доби не повинна перевищувати встановлених граничнодопустимих рівнів (табл. 4).

Таблиця 4.

Гранично допустимі рівні ЕМП

Діапазон частот	ГДР напруженості ЕМП	
	за електричною складовою, Вт/м^{-2}	за магнітною складовою, А/м^{-2}
60 кГц–3 мГц	50	5
3–30 мГц	20	–
30–50 мГц	10	0,3
50–300 мГц	5	–
300 мГц–300гГц	–	–

Примітка: Допустима поверхнева густина потоку енергії ЕМП в діапазоні частот 300 мГц – 300 гГц на робочих місцях персоналу потрібно визначати, виходячи з допустимого енергетичного навантаження на організм людини з урахуванням часу впливу за формулою:

$$ГДЗ_{ГДР} = \frac{ЕН_{ГДР}}{T},$$

де: $ГДЗ_{ГДР}$ – гранично допустиме значення щільності потоку енергії, Вт*м^{-2} ; $ЕН_{ГДР}$ – нормативна величина енергетичного навантаження робочу добу 2–20 Вт/м^{-2} за годину; T – час впливу, год.

Максимальне значення $ГДЗ_{ГДР}$ не повинно перевищувати 10 Вт/м^{-2} за год. Для захисту населення від впливу ЕМП, утворюваного радіотехнічними об'єктами РТО, влаштовують при необхідності санітарно–захисні зони і зони обмеження забудови в яких ГДР електромагнітного поля не перевищує норми.

Межі санітарно–захисних зон вздовж траси ВЛ у населеній місцевості наведені в табл. 5.

Таблиця 5.

Межі санітарно–захисних зон вздовж траси високовольтної лінії

Напруга ВЛ, кВт	Відстань від проєкції на землю крайніх фаз проводів, м	Напруга ВЛ, кВ	Відстань від проєкції на землю крайніх фаз проводів, м
1150*	300 (55*)	220	25
750*	250 (40*)	110	20
500	150 (30)	35	15
330	75 (20)	До 20	10

** Значення, наведені в дужках, допускаються за виняток для сільської місцевості. Необхідно забезпечити обмеження тривалості робіт і заземлення машин, а також – провести інструктаж: населення.*

Для захисту від електричних полів промислової частоти необхідно збільшувати висоту підвішування фазових проводів ВЛ, зменшувати відстань між ними. При правильному доборі геометричних параметрів можна в 1,6–1,8 разів знизити напруженість поля поблизу ВЛ. Напруженість ЕМП може бути зменшена віддаленням житлової забудови від ВЛ, застосуванням екранувальних пристроїв та інших засобів зниження напруженості електричного поля.

Фактори впливу електричного поля на людину

Лінії електропередачі, підстанції, пристрої і, перш за все, повітряні лінії електропередачі ПЛ створюють в навколишньому середовищі електричне поле, надалі ЕП, напруженість якого знижується в міру віддалення від них.

Електричне поле, в залежності від його рівня, може здійснювати шкідливий вплив на людину.

Розрізняють такі види впливу:

- безпосередній вплив, який проявляється при перебуванні в ЕП, причому ефект впливу посилюється зі збільшенням напруженості поля і часу перебування в ньому;

- вплив електричних розрядів (імпульсного струму), які виникають при дотику людини до незаземлених конструкцій, корпусів машин і механізмів на пневматичному ході і протяжних провідників або при дотику людини, ізолюваної від землі, до рослин, заземлених конструкцій та інших заземлених об'єктів;

- вплив струму, який проходить через людину, що знаходиться в контакті з ізольованими від землі об'єктами (великогабаритними предметами, машинами і механізмами, протяжними провідниками),

- струму стікання.

Крім того, ЕП може спричиняти займання або вибух випарів легкозаймистих речовин внаслідок виникнення електричних розрядів при контакті предметів і людей з машинами і механізмами.

Ступінь небезпеки кожного із вказаних факторів зростає із збільшенням напруженості ЕП.

3. Нормування радіаційного забруднення

Захист населення від випромінювань та опромінювань

Для об'єктів з видобутку та переробки уранових руд та їх хвостосховищ установлюється СЗЗ та зона контролю, що визначається відповідно до вимог ДБН В.2.4-5:2012 «Хвостосховища і шламонакопичувачі».

Розміщення атомних станцій в густонаселених районах, не допускається. Навколо АЕС слід передбачати:

- зону контролю (територія станції, де розташовані будинки та споруди АЕС);

- СЗЗ (орієнтовно до 3 км), в межах якої заборонено постійне проживання населення, розміщення житлових та громадських будинків, промислових підприємств, не пов'язаних з роботою АЕС;

- зону спостережень (орієнтовно до 30 км);

Населені пункти для розселення працівників АЕС не повинні перевищувати 50,0 тис. осіб та розміщуватись не ближче 8 км від станції. На території, яка зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, всі види будівництва слід здійснювати з обов'язковим урахуванням вимог радіаційної безпеки. При цьому слід враховувати правовий режим наявних зон з урахуванням вимог ДСП 173 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів»:

а) у зоні відчуження і безумовного (обов'язкового) відселення (І та ІІ зони) не дозволяється розміщувати об'єкти для здійснення господарської діяльності, постійного проживання населення;

б) у зоні гарантованого добровільного відселення (ІІІ зона) не допускається будівництво нових і розширення діючих підприємств І – ІІ класу шкідливості,

безпосередньо не пов'язаних із забезпеченням радіоекологічного, соціального захисту населення і його життєдіяльності (крім реконструкції комунальних об'єктів). Не допускається будівництво стаціонарних оздоровчо-рекреаційних об'єктів.

Також слід враховувати можливі прояви природної радіоактивності по радону. Для врахування подальшої перспективи оздоровлення зон радіаційного забруднення необхідно керуватися Законом України «Про статус та соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» та Законом України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення».

Згідно із Законом України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», а саме стаття 23, яка стосується забезпечення радіаційної безпеки, підприємства, установи, організації, що виробляють, зберігають, транспортують, використовують радіоактивні речовини та джерела іонізуючих випромінювань, здійснюють їх захоронення, знищення чи утилізацію, зобов'язані дотримувати норм радіаційної безпеки, відповідних санітарних правил, а також норм, установлених іншими актами законодавства, що містять вимоги радіаційної безпеки.

Роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючих випромінювань здійснюються з дозволу державної санітарно-епідеміологічної служби та інших державних органів відповідно до закону.

Система нормування в галузі радіаційної безпеки.

Нормування радіаційного забруднення регламентується нормативно-правовими документами: Законом України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» та «Нормам радіаційної безпеки України – НРБУ-97", що нормують допустимі рівні впливу радіації на людину, державним нормативом Допустимих рівнів вмісту радіонуклідів Cs-137 і Sr-90 у продуктах харчування та питній воді (ДР-97) на території України, основним діючим документом є Наказ МОЗ №54 2005 року Про затвердження державних санітарних правил "Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України"».

Діюча нині система нормування в галузі радіаційної безпеки побудована на понятті дозового навантаження. Основними документами, у відповідності до яких здійснюється радіаційний контроль за безпекою населення, є Законом

України "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку " і прийняті як його розвиток "Норми радіаційної безпеки України – НРБУ–97", введені в дію з 1 січня 1998 року.

Обидва ці документи служать для забезпечення радіаційної безпеки людини, екологічних нормативів, які встановлювали б допустимі впливи на екосистеми, в галузі радіаційної безпеки не існує. В системі нормування використовуються такі основні поняття: поглинена доза ($D_{\text{погл}}$), еквівалентна доза ($D_{\text{екв}}$), іонізуючої спроможності еквівалентної дози.

На їх базі розробляються і встановлюються ГДЗ – гранично допустимі значення, ГДД – гранично допустимі дози, ГД – границі дози, ГДК – гранично допустимі концентрації найбільш поширених радіонуклідів у воді відкритих водойм, ГДР – гранично допустимі рівні електростатичного поля в житлових та не житлових приміщеннях, ЕРК – еквівалентні рівноважні концентрації ізотопів радону для повітря приміщень, ППД – потужності поглиненої дози (допустимі рівні) гамма випромінювання в повітрі будинків та приміщень, ТДР – тимчасово аварійно допустимі рівні вмісту радіонуклідів у продуктах харчування та питній воді.

Для розрахунку еквівалентної дози поглинену дозу множать на коефіцієнт якості ІВ (Q_i), який відображає здатність даного виду випромінювання ушкоджувати тканини організму.

$$D_{\text{екв}} = D_{\text{погл}} * Q_i$$

Значення коефіцієнта Q_i наведені в таблиці 6

Таблиця 6

Значення коефіцієнта Q для різних видів випромінювання

Види випромінювання	Q_i
Фотони і бета-випромінювання (незалежно від енергії випромінювання)	1
Протони з енергією більше 2 MeV	5
Нейтрони з енергією менше 10 keV	5
• з енергією 10–100 keV	10
• з енергією 0,1–2 MeV	20
• з енергією 2–20 MeV	10
• з енергією більше 20 MeV	5
Альфа випромінювання	20

Одиницею еквівалентної дози є Зіверт (Зв) – тобто доза будь-якого виду випромінювання, поглинена в 1 кг біологічної тканини і така, яка створює такий же біологічний ефект, як і поглинена доза в 1Гр фотонного випромінювання.

1зіверт = 100 бер. Альфа–випромінювання вважається у 20 разів небезпечнішим за інші види випромінювання.

Нормування радіоактивних речовин у повітрі. Основним джерелом опромінення населення є природне випромінювання навколишнього середовища. Таким навколишнім середовищем, у якому людина проводить 80 % усього часу, є будівлі, житлові будинки і виробничі приміщення. Якщо порівняти повітря в наших квартирах із забрудненим міським, то в приміщенні воно виявиться в 4–6 разів бруднішим і у 8–10 разів токсичнішим.

Компонентом природного випромінювання є, по–перше, будівельні матеріали, виготовлені з природної сировини, що мають у своєму складі природні РН – ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , які є джерелом зовнішнього гамма–випромінювання всередині приміщень; по–друге радіоактивний газ радон, який утворюється при розпаданні ^{226}Ra і ^{232}Th і надходить у повітря приміщень зі стін, ґрунту з водопроводу, побутового газу.

Сумарно ці джерела вносять до 70% у загальну дозу випромінювання населення. Допустимі рівні потужності поглиненої дози (ППД) гамма – випромінювання в повітрі будинків та приміщень (поширюються на гамма – випромінювання, сформоване за рахунок активності природних радіонуклідів, включаючи природний радіаційний фон):

- Потужність поглиненої дози (ППД) всередині приміщень, будівель та споруд, які проектується, будуються та реконструюються для експлуатації з постійним перебуванням людей, не повинна перевищувати $0,27 \text{ мкГр /год}^{-1}$ (30 мкР /год^{-1}). До приміщень з постійним перебуванням людей відносяться житлові приміщення, а також приміщення дитячих закладів, санітарно–курортних лікувально–оздоровчих закладів.

- ППД всередині приміщень, будівель і споруд, які експлуатуються з постійним перебуванням людей, не повинна перевищувати $0,45 \text{ мкГр /год}^{-1}$ (50 мкР /год^{-1}), за винятком дитячих, санітарно–курортних і лікувально–оздоровчих закладів.

Для повітря приміщень установлені допустимі рівні середньої квадратичної еквівалентної рівноважної концентрації (ЕРК) ізотопів радону:

- ♦ Для повітря приміщень, що проектується і будуються та при реконструкції будинків і споруджень з постійним перебуванням людей ЕРК ^{222}Rn не повинна перевищувати 50 Бк /м^{-3} , а для ^{220}Rn – 3 Бк /м^{-3} .

- ♦ БРК ^{222}Rn у повітрі будинків, що експлуатуються з постійним

перебуванням людей не повинна перевищувати 100 Бк/м^{-3} , а для ^{220}Rn – 6 Бк/м^{-3} .

Вимоги норм радіаційної безпеки в Україні

Нормами радіаційної безпеки України встановлені такі категорії осіб, що зазнають опромінювання:

категорія А (спеціальний персонал)

– особи, які постійно чи тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючого випромінювання;

категорія Б (додатковий персонал)

– особи, що безпосередньо не проводять робіт з джерелами іонізуючого випромінювання, проте у зв'язку з розташуванням робочих місць у приміщеннях або на промислових майданчиках об'єктів з радіаційноядерними технологіями можуть отримати додаткове опромінення;

категорія В (населення) – решта населення країни.

Крім цього, є ще такі під категорії населення: медичний персонал і добровольці (ліквідатори).

У сучасному нормуванні радіаційної безпеки в Україні розглянуті питання, що стосуються особливостей опромінення різних категорій осіб:

- ❖ рівні опромінення спеціального персоналу (категорія А), умов його підвищення у разі радіаційної аварії;
- ❖ рівні опромінення додаткового персоналу (категорія Б);
- ❖ рівні опромінення населення (категорія В);
- ❖ радіаційно-гігієнічні рівні медичного опромінення різних груп хворих;
- ❖ радіаційно-гігієнічні рівні опромінення осіб, що причетні до ліквідації радіаційної аварії, зокрема для персоналу і населення, яке проживає в зоні відчуження.

Саме для наведених категорій осіб розраховані ліміти припустимих доз та ступені радіоактивного опромінення населення, мЗв/рік.

Ліміт дози	Категорія опромінюваних осіб		
	А	Б	В
Річна ефективна доза	20	2	1
Річна еквівалентна доза отримана:			
➤ кришталиком ока	150	15	15
➤ шкірою	500	50	50
➤ кістками та стопами	500	50	–

З метою захисту населення від впливу іонізуючого випромінювання юридичні та фізичні особи, які здійснюють практичну діяльність, **зобов'язані**:

1. здійснювати систематичний контроль за радіаційним станом робочих місць, приміщень, території, в санітарно-захисних зонах та зонах спостережень, а також за викидами і скидами радіоактивних речовин;

2. розробляти обґрунтування додержання норм радіаційної безпеки щодо нової (модернізованої) продукції, матеріалів і речовин, технологічних процесів і виробництв;

3. планувати і проводити заходи щодо забезпечення захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання;

4. здійснювати контроль і облік індивідуальних доз опромінення персоналу;

5. організовувати проведення періодичних медичних оглядів персоналу;

6. регулярно інформувати персонал щодо рівнів іонізуючого випромінювання на робочих місцях та значення отриманих ним доз опромінення;

7. своєчасно інформувати органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування, органи державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки щодо виникнення аварійних ситуацій, порушень технологічних регламентів, які створюють загрозу для безпеки людини;

8. забезпечувати реалізацію прав громадян та їх об'єднань на надання інформації щодо стану захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання

Загальне матеріальне та навально-методичне забезпечення лекції: персональні комп'ютери, компоненти програмного забезпечення MS Office 365 (Teams, PowerPoint, Word, Excel, Visio), електронне освітнє середовище "Віртуальний університет"(на базі платформи Moodle), конспект лекції.

Питання для самоконтролю:

1. Які основні санітарні правила роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючих випромінювань?

2. Основні аспекти захисту довкілля від вібрації.

3. Значення вібрацій як фактора забруднення НПС.

4. Наведіть приклади основних джерел вібрації (природного та антропогенного походження).

5. Профілактичні заходи, спрямовані на оздоровлення умов праці.

6. До яких наслідків призводять електромагнітні випромінювання на людину та об'єкти довкілля?

7. Загальна вібрація – це ...?

8. Локальна вібрація – це ...?

9. Граничне значення (віброприскорення) добової експозиції – це ...?

10. Значення (віброприскорення) діючої добової експозиції – це ...?

11. Значення граничної та діючої експозиції для локальної та загальної вібрації.

12. Санітарне (гігієнічне) нормування вібрації.

13. Технічне нормування вібрації.

14. Поділ вібрації загальної дії залежно від джерела її походження.

15. Транспортна вібрація – це ...?

16. Транспортно-технологічна вібрація – це ...?

17. Технологічна вібрація – це ...?

18. Заходи та засоби захисту від вібрації.

19. Вплив вібрації на організм людини.

20. Особливості нормування електромагнітного забруднення.

21. Допустимі рівні електромагнітних полів на робочих місцях.

22. Фактори впливу електричного поля на людину.

23. Захист населення від випромінювань та опромінювань.

24. Система нормування в галузі радіаційної безпеки.

25. Нормування радіоактивних речовин у повітрі.

26. Категорії осіб, що зазнають опромінювання, згідно з НРБ.

27. Обов'язки юридичних та фізичних осіб, які здійснюють практичну діяльність з джерелами іонізуючого випромінювання для захисту населення.

Завдання на самопідготовку. Опрацювати конспект лекції та додаткову літературу з даної теми, розглянути запитання:

1) Загальна вібрація.

2) Локальна вібрація.

3) Методи захисту від впливу вібрації.

4) Наслідки впливу ЕМП на організм людини.

- 5) Засоби захисту від ЕМП.
- 6) Основні регламентовані величини НРБУ – 97.
- 7) НРБУ – 97. Радіаційно-гігієнічні регламенти першої групи.
- 8) НРБУ – 97. Радіаційно-гігієнічні регламенти другої групи – медичне опромінення населення.
- 9) НРБУ – 97. Радіаційно-гігієнічні регламенти третьої групи. Втручання в умовах радіаційних аварій.
- 10) НРБУ – 97. Радіаційно-гігієнічні регламенти четвертої групи.

Список використаних джерел:

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» № 1264-XII від 25 червня 1991 р. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
2. Закон України «Про систему громадського здоров'я» від 06.09.2022 №2573-IX. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text>
3. Наказ МОЗ № 173 від 19.06.96 р. Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>
4. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0062282-97#Text>
5. ДСН 3.3.6.039 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text>
6. ДСН 239-96 Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96#Text>
7. Наказ МОЗ України від 13.02.2023 № 285 "Про затвердження Граничних та робочих рівнів виробничої вібрації та Порядку проведення оцінки рівня небезпеки впливу вібрації на працівника". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0535-23#Text>
8. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Турчик П. М. Вінниця: ВНТУ, 2013. 253 с.
9. Некос В.Ю., Максименко Н.В., Владимірова О.Г., Шевченко А.Ю. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище:

підручник для екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2007. 288 с.

10. Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище. Конспект лекцій. Житомир: ДАУ, 2005. 2005. 132 с.

11. Максименко Н. В. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: підручник для студентів вищих навчальних закладів / [Н. В. Максименко, О. Г. Владимірова, А. Ю. Шевченко, Е. О. Кочанов]. 3-тє вид., доп. і перероб. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. 264 с.

12. Петровська М. Нормування якості довкілля: навчальний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 300 с.

13. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р., Кравчинський Р. Л. Екологічна стандартизація та запобігання впливу відходів на довкілля : навч. посібник. К. : ВПЦ "Київський університет", 2016. 192 с.