

Лекція № 7

Тема 2.5. Нормування шумового забруднення

Мета: поглибити знання про шумове забруднення довкілля, ознайомити із основними засадами нормування шумового навантаження; 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: шум, техногенний шум, постійний шум, непостійний шум, внутрішні джерела шуму, інфразвук, ультразвук.

План і організаційна структура лекції:

1. Основні параметри шуму.
2. Санітарне та технічне нормування шуму.
3. Нормування впливу інфразвукових шумів.
4. Нормування впливу ультразвукових шумів.

Зміст лекційного матеріалу (текст лекції)

1. Основні параметри шуму

Шум як несприятливий фізичний фактор навколишнього середовища - це будь-який небажаний звук чи сукупність звуків з випадковими розподілами частот і інтенсивності, що сприймається негативно, заважає слуховому сприйняттю корисної інформації, порушує тишу, завдає шкоди здоров'ю людини і знижує її працездатність.

Шумове (акустичне) забруднення (англ. Noise pollution) - подразнюючий шум антропогенного походження, що порушує життєдіяльність живих організмів і людини. Дратівливі шуми існують і в природі (абіотичні і біотичні), однак вважати забрудненням їх невірно, оскільки живі організми адаптувалися до них в процесі еволюції.

Основними внутрішніми джерелами техногенного шуму в будинках різного призначення є технологічне і інженерне обладнання.

Основними джерелами зовнішнього техногенного шуму є потоки автомобільного, рейкового, водного, повітряного транспорту, промислові

підприємства та їх окремі установки, комунально-складські і транспортні підприємства, трансформаторні і газорозподільні підстанції, центральні теплові пункти, насосні і компресорні станції, будмайданчики, гаражі, автостоянки тощо.

Джерелами зовнішнього біогенного шуму є стадіони, базари, майдани для мітингів, танцмайданчики, відкриті майданчики культурномасового відпочинку, спортмайданчики, дискотеки, зоопарки, тваринницькі ферми тощо.

Шуми різних джерел класифікують за характером спектра і за часовими характеристиками (ДСН 3.3.6.037).

За характером спектра шуми поділяють на широкосмугові і тональні. За часовими характеристиками - на постійні і непостійні. До непостійних шумів відносяться коливні, переривчасті та імпульсні.

Слуховий аналізатор людини характеризується межами сприйняття. Розрізняють нижню і верхню межу сприйняття звуку:

- нижня абсолютна межа чутливості – це мінімальна величина подразника, яка спричинює відчуття;
- верхня абсолютна межа – максимально допустима величина подразника, яка ще не спричинює у людини болю.

Нижня межа сприйняття звуку називається порогом слухового сприйняття, верхня - больовим порогом. Порогом слухового сприйняття називають найменшу величину звукового тиску, яка відчувається органом слуху. Він є різним для звуків різної частоти.

Поріг больового відчуття – це максимальний звуковий тиск (р), що сприймається вухом як звук. Перевищення больового порогу призводить до виникнення больових відчуттів і може пошкодити орган слуху.

Звуковий тиск не повністю характеризує джерело звуку. Для більш повної характеристики джерела звуку введено його основні параметри:

- інтенсивність звуку (сила звуку);
- звукова потужність;
- рівень сили звуку;
- рівень звукового тиску;
- рівень звукової потужності.

При оцінюванні шуму і шумових характеристик джерел шуму важливе значення мають такі поняття, як імісія та емісія.

Імісія – це вплив шумів на людину, яка перебуває в зоні дії джерела шуму.

Імісію оцінюють і вимірюють там, де знаходиться людина, на яку впливає шум. Оцінювання імісії виконують, у першу чергу, для порівняння з нормами допустимого шуму.

Емісія – це випромінювання шуму в НПС, вона характеризує безпосередньо джерело шуму.

2. Санітарне та технічне нормування шуму

Акустичний стан територій, прилеглих до житлових і громадських будинків повинен відповідати вимогам *Закону України «Про систему громадського здоров'я»*.

Допустимі рівні шуму для житлових територій, громадських будівель, характеристики основних джерел зовнішніх шумів, визначення рівнів шуму та його зниження, слід здійснювати відповідно до вимог ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму».

Допустимі рівні звуку та звукового тиску на прилеглих до житлових і громадських будівель територіях не повинні перевищувати показників, зазначених у табл. 1.

Таблиця 1

Показники допустимих рівнів звукового тиску

Назва території	Час доби *	Допустимі рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньо геометричними значеннями частот, Гц:										LA, дБА та LAекв., дБА	LA макс, дБА
		16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Території, які безпосередньо прилягають до будинків лікарень та санаторіїв	день	82	71	60	52	45	40	36	34	33	32	45	60
	ніч	80	65	54	44	37	31	27	24	22	22	35	50
2. Території, які безпосередньо прилягають до житлових будинків, будинків відпочинку, пансіонатів, диспансерів, будинків інтернату для людей похилого віку і людей з інвалідністю, будинків поліклінік, амбулаторій, закладів	день	85	76	67	60	54	49	46	44	43	42	55	70
	ніч	82	71	60	52	45	40	36	34	33	32	45	60

дошкільної, загальної середньої освіти та інших закладів освіти, бібліотек, музеїв, храмів													
3. Територія житлової забудови, в тому числі поблизу аеродромів і аеропортів на яку впливає шум об'єктів будівництва та реконструкції	день	87	79	71	64	58	54	51	49	48	47	60	75
	ніч	84	74	64	56	50	44	41	39	38	37	50	65
4. Території які безпосередньо прилягають до готелів та будинків гуртожитків	день	87	79	71	64	58	54	51	49	48	47	60	75
	ніч	84	74	64	56	50	44	41	39	38	37	50	65
5. Території, які безпосередньо прилягають до офісних будівель	день	89	82	74	67	62	58	56	54	53	52	65	80
	ніч	85	76	67	60	54	49	46	44	43	42	55	70

Час доби: Вдень – з 8 до 22 години. Вночі – з 22 до 8 години.

Органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, підприємства, установи, організації та громадяни при здійсненні будь-яких видів діяльності з метою відвернення і зменшення шкідливого впливу на здоров'я населення шуму, неіонізуючих випромінювань та інших фізичних факторів зобов'язані:

❖ здійснювати відповідні організаційні, господарські, технічні, технологічні, архітектурно-будівельні та інші заходи щодо попередження утворення та зниження шуму до рівнів, установлених санітарними нормами;

❖ забезпечувати під час роботи закладів громадського харчування, торгівлі, побутового обслуговування, розважального та грального бізнесу, культури, при проведенні концертів, дискотек, масових святкових і розважальних заходів тощо рівні звучання звуковідтворювальної апаратури та музичних інструментів у приміщеннях і на відкритих площадках, а також рівні шуму в прилеглих до них жилих і громадських будівлях, що не перевищують рівнів, установлених санітарними нормами;

❖ вживати заходів щодо недопущення впродовж доби перевищень рівнів шуму, встановлених санітарними нормами, в таких приміщеннях і на таких територіях (захищені об'єкти):

1) жилих будинків і прибудинкових територіях;

2) лікувальних, санаторно-курортних закладів, будинків-інтернатів, закладів освіти, культури;

3) готелів і гуртожитків;

4) розташованих у межах населених пунктів закладів громадського харчування, торгівлі, побутового обслуговування, розважального та грального бізнесу;

5) інших будівель і споруд, у яких постійно чи тимчасово перебувають люди;

б) парків, скверів, зон відпочинку, розташованих на території мікрорайонів і груп житлових будинків.

Шум на захищених об'єктах при здійсненні будь-яких видів діяльності не повинен перевищувати рівнів, установлених санітарними нормами для відповідного часу доби.

У нічний час, із двадцять другої до восьмої години на захищених об'єктах забороняються гучний спів і викрики, користування звуковідтворювальною апаратурою та іншими джерелами побутового шуму, проведення салютів, феєрверків, використання піротехнічних засобів.

Наказ МОЗ від 22.02.2019 № 463 «Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови»

- внутрішні джерела шуму - джерела, розташовані в будинку з приміщеннями, з нормованими рівнями звуків та/або звукових тисків;

- еквівалентний (за енергією) рівень звуку даного непостійного шуму - рівень звуку постійного широкосмугового шуму, який має той самий середньоквадратичний звуковий тиск, що і даний непостійний шум тієї самої тривалості;

- зовнішні джерела шуму - джерела, розташовані зовні будинку;

- максимальний рівень звуку $L_{A \text{ макс.}}$, дБА - рівень звуку непостійного шуму, що відповідає максимальному показанню вимірювального приладу (шумоміра) під час візуального відліку, або значення рівня звуку, що перевищує протягом 1 % тривалості вимірювального інтервалу під час реєстрації шуму автоматичним приладом (статистичним аналізатором);

- октавний рівень звукового тиску L , дБ - рівень звукового тиску в тій чи іншій октавній смузі нормованого діапазону частот;

- рівень звуку, L_A , дБА - рівень звукового тиску постійного шуму в нормованому діапазоні частот, коригований за стандартною частотною характеристикою «А»;

- рівень звукового тиску, L , дБ - десять десяткових логарифмів відношення квадрата певного звукового тиску до квадрата порогової величини звукового тиску;

- шум імпульсний - непостійний шум, який складається з одного, декількох або періодичних звукових сигналів (імпульсів), кожен з яких тривалістю менше ніж 1 с, при цьому рівні звуку в дБАІ та дБА, виміряні на часових характеристиках шумоміра відповідно «імпульс» та «повільно», відрізняються між собою не менше ніж на 7 дБА;

- шум непостійний - шум, рівень звуку якого змінюється у часі більше ніж на 5 дБА під час вимірювання шумоміром на часовій характеристиці «повільно» і на частотній характеристиці «А»;

- шум повітряний - шум, який випромінюється джерелом безпосередньо у повітря і поширюється повітряним шляхом;

- шум постійний - шум, рівень звуку якого змінюється у часі не більше ніж на 5 дБА під час вимірювання шумоміром на часовій характеристиці «повільно» і на частотній характеристиці «А»;

- шум структурний - механічна вібрація будівельних конструкцій, яка виникає під час їх збудження динамічними силами, поширюється конструкціями будинку і випромінюється цими конструкціями у вигляді повітряного шуму. Джерелами структурного шуму є механічне обладнання з динамічними навантаженнями, жорстко встановлене на огорожувальній конструкції, санітарно-технічне обладнання тощо;

- шум тональний - шум, у спектрі якого є виражені дискретні тони. Тональний характер шуму встановлюється вимірюванням у третиннооктавних смугах частот щодо перевищення рівня шуму в одній смузі над сусідніми не менше ніж на 10 дБ;

- шум як негативна суб'єктивна оцінка - будь-який небажаний звук, що сприймається негативно в силу того, що він заважає слуховому сприйняттю, переробці, передачі (речова комунікація) корисної інформації, порушує сон та відпочинок і тим самим завдає шкоди здоров'ю людини і знижує її працездатність;

- шум як фізичний фактор - акустичні коливання, що характеризуються випадковою зміною амплітуди, частоти і тривалості.

Санітарні норми встановлюють максимально допустимі значення (рівні) інтенсивності шуму з метою захисту людей від його шкідливого впливу. В основу санітарно-гігієнічного нормування шуму закладено запобігання виникненню функціональних розладів або захворювань, надмірному стомленню і зниженню працездатності як при короткочасних, так і повторній дії несприятливих чинників виробничого середовища. За даними медиків, дія шуму може спричинити нервові, серцево-судинні захворювання, виразкову хворобу, порушення обмінних процесів та функціонування органів слуху тощо.

Наближену дію шуму різних рівнів можна охарактеризувати таким чином. Шум до 50 дБ, зазвичай, не спричинює шкідливого впливу на людину в процесі її трудової діяльності. Шум з рівнем 50 - 60 дБ може мати психологічний вплив, що проявляється у погіршенні розумової діяльності, послабленні уваги, швидкості реакції тощо. При рівні шуму 65 -90 дБ можливі фізіологічні зміни: частішає пульс, тиск крові підвищується, судини звужуються, що погіршує постачання органів кров'ю. Дія шуму з рівнем 90 дБ і вище може призвести до функціональних порушень в органах та системах організму людини: знижується слухова чутливість, погіршується діяльність шлунку та кишечника, з'являється відчуття нудоти, головний біль, шум у вухах.

Шум у 120 дБ та вище здійснює механічний вплив на органи слуху. Це проявляється у порушенні зв'язків між окремими частинами внутрішнього вуха, можливий навіть розрив барабанної перетинки. Звукові хвилі, проникаючи через шкіру, спричинюють механічні коливання тканин організму, внаслідок чого відбувається руйнування нервових клітин, розрив дрібних судин тощо.

Технічне нормування встановлює граничні значення характеристик шуму для різних типів обладнання з урахуванням технічних можливостей.

Отже, якщо санітарні норми визначаються необхідною для здоров'я величиною зниження шуму, то технічні норми встановлюють граничні норми шуму для окремих видів машин і механізмів.

Основною шумовою характеристикою машини є рівні її звукової потужності в октавних смугах з середньгеометричними частотами 63 – 8000 Гц, на основі яких машини порівнюють за шумовими властивостями.

Заходи щодо зниження рівнів шуму

Боротьба з шумом в місті має велике значення і ведеться за такими напрямками:

1. в джерелі шуму: конструктивні й адміністративні заходи: створення та застосування мал шумних агрегатів, автомобілів, регламентація часу їхньої роботи і місць розташування на території;

2. на шляху розповсюдження шуму в міському середовищі від джерела шуму до об'єкта шумозахисту: містобудівні заходи, пов'язані із застосуванням в проектних рішеннях елементів міського середовища, які сприяють зниженню рівня шуму;

3. на об'єкті шумозахисту: конструктивно-будівельні методи, які забезпечують підвищення звукоізолюючих якостей огорожувальних конструкцій будинків та споруд.

Основними містобудівними заходами, що сприяють зниженню рівня шуму є:

- збільшення відстані між джерелом шуму й об'єктом, який захищається;
- застосування акустично непрозорих екранів - укосів, стін будинків, екранів;
- застосування спеціальних шумозахисних смуг озеленення;
- різні прийоми планування, раціональне розміщення гучних об'єктів і об'єктів мікрорайону, які захищаються, та ін.; застосування раціональних прийомів забудови магістральних вулиць;
- максимальне озеленення території мікрорайону і розділових смуг магістральних вулиць;
- використання рельєфу місцевості та ін.

3. Нормування впливу інфразвукових шумів

Інфразвук – це коливання в пружному середовищі, що мають однакову з шумом фізичну природу, але поширюються з частотою, меншою за 20 Гц.

Інфразвук (ІЗ) генерується природними джерелами (вітри, водоспади, хвилі морів, озер, водосховищ, грози, землетруси тощо) і штучними (міські транспортні засоби, сільськогосподарські машини, поїзди, дорожньобудівельні машини, водний та повітряний транспорт, вибухи, промислові підприємства тощо).

Основними джерелами виробничого інфразвуку є двигуни внутрішнього

згорання, вентилятори, поршневі компресори та інші тихохідні машини.

Класифікація інфразвуку

За часовими характеристиками інфразвук поділяють на:

– постійний, рівень звукового тиску якого по шкалі «Лінійна» на характеристиці «повільно» змінюється не більш ніж на 10 дБ за 1 хв спостереження;

– непостійний, рівень звукового тиску якого по шкалі «Лінійна» на характеристиці «повільно» змінюється більш ніж на 10 дБ за 1 хв спостереження.

Хоча людина і не чує інфразвуку, він чинить несприятливий вплив на весь організм людини, у тому числі й на орган слуху. Внаслідок дії інфразвуку з рівнями 100 - 120 дБ виникають головні болі, спостерігається зниження працездатності, виникнення почуття страху, порушення функції вестибулярного апарата, а при частоті 5 - 10 Гц - відчуття вібрації внутрішніх органів. Інфразвук з частотою 7 - 8 Гц найнебезпечніший для людини у зв'язку з тим, що ця частота збігається з альфа- ритмами біоелектричних струмів мозку і може спричинити резонансні явища.

Параметрами постійного інфразвуку на робочих місцях, що нормуються, є рівні звукового тиску у октавних смугах частот із середньгеометричними частотами 2, 4, 8, 16 Гц.

Відповідно до ДСН 3.3.6.037-9 допустимі рівні інфразвуку наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Допустимі рівні інфразвуку

Середньгеометричні частоти, Гц	Допустимі рівні звукового тиску, дБ	Загальний рівень звукового тиску, дБ.
2	105	110
4	105	
8	105	
16	105	

4. Нормування впливу ультразвукових шумів

Ультразвук – це коливання у пружному середовищі, що перевищують частоту поширення 20 кГц.

За способом передачі від джерела до людини ультразвук поділяють на:

– повітряний, що передається через повітряне середовище;

– контактний, що передається на руки працюючої людини через тверде чи рідке середовище.

За спектром ультразвук поділяють на:

– низькочастотний, коливання якого передаються людині повітряним та контактним шляхом (від $1,2 \times 10^4$ до $1,0 \times 10^5$ Гц);

– високочастотний, коливання якого передаються людині тільки контактним шляхом (від $1,0 \times 10^5$ до $1,0 \times 10^9$ Гц).

Джерелами ультразвукового випромінювання у промисловості, медицині, науково-дослідних інститутах є ультразвукове технологічне обладнання - магнітострикційні перетворювачі (що працюють на частоті 22 - 44 кГц) та ультразвукові генератори (в медицині потужністю 10 – 30 Вт, у техніці – до 60 кВт і більше).

Ультразвук так само, як й інфразвук, орган слуху людини не сприймає, але за тривалої дії ультразвук небезпечних рівнів негативно впливає на організм людини, а саме:

- відбуваються різні порушення нервової системи;
- змінюється тиск, склад і властивості крові;
- втрачається слухова чутливість.

Параметрами повітряного ультразвуку, що нормується в робочій зоні, є рівні звукового тиску в третинооктавних смугах із середньгеометричними частотами 12,5; 16,0; 20,0; 31,5; 40,0; 63,0; 80,0; 100,0 кГц.

Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 допустимі рівні ультразвукових тисків в октавних та третинооктавних смугах не мають перевищувати значень, наведених у табл. 3.

Таблиця 3

Допустимі рівні ультразвукових тисків

Середньгеометричні частоти третинооктавних смуг, кГц	12,5	16	20	25	31,5-100
Допустимі рівні ультразвукового тиску, дБ	80	90	100	105	110

Загальне матеріальне та навальню-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. Основні аспекти захисту довкілля від шуму.
2. Суть нормування ультразвукових шумів?
3. У чому полягає суть шумового навантаження на довкілля?
4. Які основні класифікаційні ознаки та характеристики шуму?
5. Визначення основних параметрів шуму.
6. Шум як несприятливий фізичний фактор навколишнього середовища – це...?
7. Основні джерела зовнішнього техногенного шуму?
8. Джерелами зовнішнього біогенного шуму.
9. Особливості санітарного та технічного нормування шуму.
10. Обов'язки органів виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, підприємств, установ, організацій та громадян при здійсненні будь-яких видів діяльності з метою відвернення і зменшення шкідливого впливу на здоров'я населення шуму, неіонізуючих випромінювань та інших фізичних факторів.
11. Заходи щодо зниження рівнів шуму.
12. Нормування впливу інфразвукових шумів.
13. Класифікація інфразвуку.
14. Нормування впливу ультразвукових шумів.

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

- 1) Основні аспекти захисту довкілля від впливу техногенного шуму.
- 2) Нормування ультразвукових шумів.
- 3) Класифікаційні ознаки та характеристики шуму.
- 4) Джерела шумового навантаження на довкілля.
- 5) Основні пріоритети в зниженні рівня акустичного забруднення.
- 6) Засоби індивідуального захисту від шуму.
- 7) Правовий захист населення від шуму.

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. Наказ МОЗ від 22.02.2019 № 463 Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text>

5. 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.

6. 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.

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

8. 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.

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

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