(Ф 03.02 – 96)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
Кафедра екології

Система менеджменту якості

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС

навчальної дисципліни

«НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ»

Освітній ступінь:	Бакалавр
Галузь знань:	10 «Природничі науки»
Спеціальність:	101 «Екологія»
Освітньо-професійна програма:	«Екологія та охорона навколишнього середовища»

СМЯ НАУ РП 10.02.03 (2.1.26)-01-2024

Навчально-методичний комплекс розробили:

доцент, к.ф.-м.н., доцент _____ (підпис) Анжела ГАЙ

доцент, к.т.н., доцент _____ (підпис) Маргарита РАДОМСЬКА

Навчально-методичний комплекс обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища» спеціальності 101 «Екологія» – кафедри екології, протокол №2 від «12» 02 202__р.

Гарант освітньо-професійної програми _____ Маргарита РАДОМСЬКА

Завідувач кафедри _____ Тамара ДУДАР

Навчально-методичний комплекс обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій, протокол №2 від «16» 02 202__р.

Голова НМРР _____ Валентина ГРОЗА

Рівень документа – 3б
Плановий термін між ревізіями – 1 рік
Контрольний примірник

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

Дисципліна «Нормування антропогенного навантаження на довкілля»

Освітній ступінь: Бакалавр
Галузь знань: 10 «Природничі науки»
Спеціальність: 101«Екологія»
Освітньо-професійна програма: «Екологія та охорона навколишнього середовища»

№ пор.	Складова комплексу	Позначення електронного файлу	Наявність	
			друко-ваний вигляд	електро нний вигляд
1	Робоча програма навчальної дисципліни	01_НАНД_РП	-	+
2	Тематичний план лекційного курсу	02_ НАНД _ТП	-	+
3	Конспект лекцій/курс лекцій	03_ НАНД _КЛ	-	+
4	Методичні рекомендації з підготовки здобувачів до практичних занять	04_ НАНД _ПР	+	+
5	Методичні рекомендації до виконання домашніх завдань	05_ НАНД _МР_ДЗ	-	+
6	Методичні рекомендації до виконання контрольних робіт для заочної форми навчання	06_ НАНД _МР_КРз	-	+
7	Модульні контрольні роботи	07_ НАНД _МКР_1 08_ НАНД _МКР_2	-	+
8	Перелік питань для підготовки до екзамену	09_ НАНД_ЕБ	_	+

(Ф 03.02 – 110)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
Кафедра екології

Додаток А

УЗГОДЖЕНО
Декан ФЕБІТ
_____ Ірина МАТВЄЄВА
«01» 11 2022 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
_____ Анатолій ПОЛУХІН
«09» 11 2022 р.

Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
«Нормування антропогенного навантаження на довкілля»

Освітньо-професійна програма: «Екологія та охорона навколишнього середовища»
Галузь знань: 10 «Природничі науки»
Спеціальність: 101 «Екологія»

Форма навчання	Сем.	Усього (год./кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР.З	Л.З	СРС	ДЗ/ РГР/ К.р.	КР/ КП	Форма сем. контролю
Денна	7	180/6,0	51	34	-	95	ДЗ	-	екзамен – 7 с.
Заочна	7,8	180/6,0	10	8	-	162	К.р.	-	екзамен – 8 с.

Індекс: НБ-3-101/21-2.1.26
Індекс: НБ-3-101з/21-2.1.26

СМЯ НАУ РП 10.03.02-01-2022

Робочу програму навчальної дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на довкілля» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища», навчальних та робочих навчальних планів №НБ-3-101/21, №РБ-3-101/22 та №НБ-3-101з/21, №РБ-3-101з/21 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 101 «Екологія» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробили:

доцент кафедри екології, к.ф.-м.н. _____ Гай А.Є.

професор кафедри екології, д.п.н. _____ Саєнко Т.В.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища» спеціальності 101 «Екологія» – кафедри екології, протокол №10 від «26» 08 2022 р.

Гарант освітньо-професійної програми _____ Радомська М. М.

Завідувач кафедри _____ Дудар Т.В.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій, протокол №1 від «04» 09 2022р.

Голова НМРР _____ Гроза В.А.

Рівень документа – 3б
Плановий термін між ревізіями – 1 рік
Контрольний примірник

Додаток Б

Тематичний план лекційного курсу

№ пор	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	практичні заняття	СРС	**Усього**	Лекції	практичні заняття	СРС
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***
		7 семестр				**7 семестр**			
Модуль №1 «Теоретичні основи нормування антропогенного навантаження на довкілля. Нормативно-правові засади екологічного нормування»									
1.1	Вступ. Нормативно-правові засади екологічного нормування в Україні	**8**	2	2	4	**8**	2	-	6
1.2	Нормування якості атмосферного повітря	**14**	2 2	2	8	**3**	-	-	3
1.3	Регулювання викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря	**8**	2	2	4	**7**	2	-	5
1.4	Екологічний стан водних об’єктів в Україні	**8**	2	2	4	**3**	-	-	3
1.5	Нормування якості води	**16**	2 2	2 2	8	**3**	-	-	3
1.6.	Нормування якості ґрунтів	**14**	2 2	2	8	**3**	-	-	3
1.7.	Нормування якості харчових продуктів	**20**	2 2 2	2 2	10	**3**	-	-	3
1.8	Модульна контрольна робота №1	**4**	2	-	2	**-**	-	-	-
Усього за модулем №1		**92**	**26**	**18**	**48**	**30**	**4**	**-**	**26**

Модуль №2 «Нормування впливу техногенних об'єктів на довкілля. Економічний механізм нормування охорони навколишнього середовища

		7 семестр				8 семестр			
2.1	Нормування шумових та вібраційних навантажень на довкілля.	**12**	2 2	2	6	**12**	-	2	17
2.2	Нормування в галузі радіаційної безпеки.	**12**	2 2	2	6	**12**	2	2	20
2.3	Нормування впливу електромагнітних випромінювань на довкілля.	**12**	2 2	2	6	**12**	2	2	20
2.4	Нормування антропогенного навантаження на рослинні угрупування. Нормування використання об'єктів тваринного світу	**12**	2 2	2	6	**12**	-	2	20
2.5	Визначення категорії небезпечності підприємства. Нормування розмірів санітарно-захисної зони	**16**	2 2	2 2	8	**10**	2	-	17
2.6	Порядок встановлення нормативів збору за забруднення довкілля.	**7**	2	2	3	**12**	2	-	17
2.7	Збитки від порушення природної рівноваги.	**7**	2	2	3	**10**	-	-	17
2.8	Домашнє завдання	**8**	-	-	8	**-**	-	-	-
2.10	Контрольна (домашня) робота (ЗФН)	**-**	-	-	-	**8**	-	-	8
2.11	Модульна контрольна робота №2	**2**	1	-	1	**-**	-	-	-
Усього за модулем №2		**88**	**25**	**16**	**47**	**150**	**6**	**8**	**136**
Усього за навчальною дисципліною		**180**	**51**	**34**	**95**	**180**	**10**	**8**	**162**

Домашнє завдання.

Домашнє завдання з дисципліни виконується у сьомому семестрі з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та практичних вмінь, набутих здобувачем у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни.

Метою домашнього завдання є оволодіння здобувачами вищої освіти практичних навичок щодо встановлення гранично допустимих норм впливу на довкілля, вміння визначати рівень відповідності його стану чинним екологічним нормативам, що гарантують екологічну безпеку населення, збереження генофонду та забезпечують раціональне використання і відтворення природних ресурсів. Виконання, оформлення та захист домашнього завдання здійснюється здобувачем в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій. Час, потрібний для виконання домашнього завдання – 8 годин самостійної роботи.

Контрольна (домашня) робота (ЗФН).

Метою контрольної (домашньої) роботи (ЗФН) є закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь здобувачів вищої освіти оцінювати антропогенне навантаження на екологічний стан складових довкілля, вміння визначати рівень відповідності їх стану чинним екологічним нормативам та засвоєння основних методів, правил та методик нормування антропогенного навантаження на довкілля. Завдання для виконання розробляються автором робочої програми. Навчальні матеріали затверджуються протоколом засідання випускової кафедри, доводяться до відома здобувачів вищої освіти індивідуально і виконуються відповідно до методичних рекомендацій.

Перелік питань для підготовки до екзамену.Перелік питань, зміст завдань для підготовки до екзамену розробляються провідними викладачами і затверджуються протоколом засідання кафедри та доводяться до відома здобувачів вищої освіти.

Додаток В

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ»

Освітній ступінь: Бакалавр

Галузь знань: 10 «Природничі науки»

Спеціальність: 101«Екологія»

Освітньо-професійна програма: «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Укладачі:
Анжела ГАЙ, к.ф.-м.н., доц.,
доцент кафедри екології
Маргарита РАДОМСЬКА, к.т.н., доц.,
доцент кафедри екології

Конспект лекцій розглянутий та схвалений на засіданні кафедри екології

Протокол №___ від «___» _____ 202__р.

Завідувач кафедри _____ Тамара ДУДАР

Лекція № 1

Вступ. Нормативно-правові засади екологічного нормування в Україні.

План лекції

1. Суть, мета, об'єкти і завдання нормування.
2. Нормування як важливий елемент регулювання якості довкілля.
3. Нормативний документ. Нормативи. Система екологічних норм.
4. Класифікація нормативів
5. Види нормування. Санітарно-гігієнічне нормування. Екологічне нормування. Науково-технічне нормування.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Нормування антропогенного навантаження на довкілля – це вид діяльності із керування станом довкілля, що спрямований на збереження і поліпшення якості навколишнього середовища та охорони здоров'я людини від негативного впливу. Під *впливом* розуміють антропогенну діяльність, пов'язану із реалізацією економічних, рекреаційних, культурних інтересів і таку антропогенну діяльність, яка вносить фізичні, хімічні та біологічні зміни в природне середовище.

Забруднення шкідливими і небезпечними речовинами складових біосфери, нераціональне використання мінеральних і природних ресурсів, деградація природних систем тощо є результатом перевищення навантаження на довкілля.

Якість навколишнього природного середовища – визначення стану природних і перетворених людиною екосистем та збереження їх здатності до постійного обміну речовин і енергій в природних екосистемах.

Нормування – це діяльність по встановленню гранично допустимих впливів людини на природу.

Мета нормування – забезпечення науково обґрунтованого поєднання економічних і екологічних інтересів як основи суспільного прогресу. В певній мірі це компроміс між економікою і екологією. Визначена таким чином мета нормування антропогенного навантаження на НПС передбачає наявність граничних умов (нормативів) як на самий вплив, так і на фактори середовища, які відображають і сам вплив, і відгуки на нього екосистем.

Основними об'єктами нормування антропогенного навантаження на довкілля є рівні концентрацій забруднюючих речовин у НС, рівні акустичного, електромагнітного, радіаційного і теплового шкідливого впливу, рівні вмісту шкідливих речовин у продуктах харчування, рівні викидів та скидів забруднювальних речовин, рівні шкідливого впливу біологічних факторів тощо.

Основні завдання нормування – розробка нормативів, які лежать в основі вимірювання балансу екологічних і економічних інтересів людини і необхідні для створення гармонічних

еколого-економічних систем. Перевищення гранично допустимого рівня антропогенного навантаження створює небезпеку для природного середовища та здоров'я людини.

Нормативний документ - документ, який установлює правила, загальні принципи чи характеристики різних видів діяльності або результатів. Цей термін охоплює такі поняття як "стандарт", „кодекс усталеної практики (настанови, правила, зводи правил)" та "технічні умови".

Нормативи (нормативні матеріали) – це комплекс довідкової інформації, необхідної для визначення норм збереження і поліпшення якості довкілля та охорони здоров'я людини, оптимізації негативного впливу антропогенного навантаження на довкілля.

Система екологічних норм – сукупність взаємопов'язаних екологічних нормативів, регламентів, правил та вимог. Виділяють дві макрофункції екологічних норм, що мають важливе значення для екологічної безпеки держави:

- норма як елемент управління і засіб контролю;
- норма як правова гарантія соціальної захищеності людини.

Екологічне нормування якості ПС є юридичним засобом, за допомогою якого визначаються межі дозволеного впливу на довкілля.

Природоохоронні норми – система нормативів, регламентів, правил і вимог для забезпечення екологічної безпеки населення, охорони навколишнього природного середовища (ОНПС) і раціонального використання природних ресурсів. До системи природоохоронних норм входять:

- *екологічні нормативи* – науково обґрунтовані критерії максимально допустимих змін природних властивостей об'єктів нормування і максимально допустимого рівня впливу на навколишнє природне середовище (НПС) господарської та іншої діяльності;
- *нормативи екологічної безпеки* – науково обґрунтовані критерії безпеки та нешкідливості факторів НПС для людини та інших живих організмів;
- *екологічний норматив антропогенного навантаження*

– науково обґрунтований гранично допустимий вплив антропогенних факторів, який не змінює якості НПС або змінює його в допустимих межах та гарантує екологічну безпеку для людини та інших живих організмів;

- *екологічний норматив якості об'єктів НПС* – науково обґрунтовані критерії (загально фізичні, біологічні, хімічні, радіаційні тощо) екологічного благополуччя екосистеми;
- *ресурсогосподарські нормативи* – науково обґрунтовані критерії раціонального природокористування, спрямовані на досягнення максимуму соціально - економічного ефекту господарської діяльності при дотриманні екологічних нормативів в галузі охорони навколишнього природного середовища.

Екологічна норма – обов'язкова межа збереження екологічного благополуччя системи в цілому і її складових, обмеження рівнів впливу господарської та іншої діяльності відповідно до законодавства та спрямованість на раціональне природокористування і охорону НПС.

Сучасні питання екологічного нормування полягають у створенні науково-методичної та матеріально-технічної основи для розробки нормативних документів та їх впровадження у практику.

Екологічному нормуванню підлягають:

- стан природних об'єктів;
- характер використання природних ресурсів;
- вплив антропогенних джерел.

Нормативи класифікуються за такими видами:

1) *нормативи і правила екологічної безпеки*:

- гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин у навколишньому середовищі;

- гранично допустимі рівні акустичного шкідливого впливу на навколишнє середовище;
- гранично допустимі рівні електромагнітного шкідливого впливу на навколишнє середовище;
- гранично допустимі рівні радіаційного шкідливого впливу на навколишнє середовище;
- гранично допустимий вміст шкідливих речовин у продуктах харчування;

2) *гранично допустимі викиди та скиди:*

- гранично допустимі викиди у навколишнє середовище забруднювальних речовин;
- гранично допустимі скиди у навколишнє середовище забруднювальних речовин;

3) *рівні шкідливого впливу фізичних та біологічних факторів:*

- гранично допустимі рівні шкідливого впливу фізичних факторів на природне середовище;
- гранично допустимі рівні шкідливого впливу біологічних факторів на природне середовище.

У цілому гранично допустимі нормативи встановлюються для того, щоб поступово досягти нормативу якості природних ресурсів, тобто науково обґрунтованих значень концентрації забруднювальних речовин та показників якості (загальнофізичних, біологічних, хімічних, радіаційних тощо) і санітарно-гігієнічних норм у місцях розташування джерел забруднення для забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини та природних екосистем. Поступове досягнення якості природних ресурсів розглядається як процес постійного вдосконалення технологічних аспектів господарської та іншої діяльності людини, які здійснюються в напрямі зменшення шкідливого антропогенного впливу на природу. У зв'язку із цим екологічні нормативи відображають величини антропогенного навантаження на довкілля, що відповідають ступеню розвитку суспільства і з часом мають змінюватись у напрямі поліпшення якості навколишнього середовища.

Державні екологічні стандарти регламентують інтеграцію екологічних аспектів у різні види діяльності суб'єктів господарювання для забезпечення збалансованого соціально-економічного розвитку суспільства і є чинниками гармонізації його взаємовідносин із природою. Ці стандарти обов'язкові для виконання і визначають поняття й терміни, режим використання та охорони природних ресурсів, методи контролю за станом навколишнього природного середовища, вимоги щодо використання природних ресурсів та запобігання забрудненню навколишнього природного середовища. Екологічні вимоги в таких стандартах відповідають рівню наукового, технічного й технологічного прогресу, досягнутому в державі.

Види нормування. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище та розробка нормативів ведеться у трьох основних напрямках:

- *санітарно-гігієнічне нормування* – розробка систем норм, правил і регламентів для оцінювання стану навколишнього середовища в інтересах охорони здоров’я людини і збереження генетичного фонду популяцій рослинного і тваринного світів;
- *екологічне нормування* – розробка системи норм, правил і регламентів допустимого навантаження на екосистеми;
- *науково-технічне нормування* – розробка системи норм, правил і вимог, які ставляться безпосередньо до джерел антропогенних впливів на навколишнє середовище.

Санітарно-гігієнічне нормування

Санітарно-гігієнічні нормативи – найбільш розвинена і поширена система норма, правил та регламентів для оцінювання стану навколишнього середовища. Їх встановлюють для охорони здоров’я людини, збереження генетичного фонду, виробничої та житлово - побутової сфери в житті людини тощо. Встановлені і затверджені нормативи є обов’язковими на всій території України.

Основними характеристиками санітарно-гігієнічного нормування є: *токсикант, доза, концентрація, летальна доза, летальна концентрація, границя шкідливої дії.*

Нормативи, які обмежують шкідливий вплив, встановлюються і затверджуються спеціально уповноваженими Державними органами в галузі охорони навколишнього природного середовища, санітарно-епідеміологічного нагляду і удосконалюються по мірі розвитку науки і техніки, а також з урахуванням міжнародних стандартів. В основі санітарно-гігієнічного нормування лежить поняття гранично допустимої концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі, воді, ґрунтах та харчових продуктах.

Гранично допустима концентрація (ГДК) – це норматив концентрації шкідливої речовини в одиниці об'єму (повітря або води), маси (харчові продукти, ґрунти) або поверхні (ґрунти тощо), який при дії впродовж визначеного проміжку часу практично не впливає на здоров'я людини і не спричинює несприятливих наслідків у нащадків.

Таким чином, санітарно-гігієнічне нормування охоплює всі сфери НПС та різні шляхи надходження шкідливих речовин в організм людини, хоча дуже рідко відображає їх комбіновану дію (одночасну або послідовну дію деяких речовин при надходженні одним шляхом) і не враховує ефектів комплексного надходження шкідливих речовин в організм різними шляхами та з різних середовищ (з повітря, води, з їжею, через шкіру тощо) і сукупного впливу всього різноманіття фізичних, хімічних і біологічних факторів НПС. Існують лише обмежені переліки речовин, які враховують ефект сумації в умовах їх одночасного вмісту, наприклад, у атмосферному повітрі.

Аналіз того, як змінюються впродовж певного часу значення ГДК, свідчить про їх відносність, або точніше – про відносність наших знань щодо безпечності або небезпечності тих чи інших речовин.

Для речовин, про дію яких не накопичено достатньої інформації, встановлюють *тимчасово допустимі концентрації (ТДК)* – тобто, отримані розрахунковим шляхом нормативи, що рекомендуються для використання впродовж 2-3 років.

Необхідно враховувати, що одні й ті самі концентрації шкідливих речовин по-різному впливають на організм залежно від того, де вони знаходяться (у повітрі, воді, ґрунтах тощо). Тому ГДК шкідливих речовин у різних середовищах можуть дуже відрізнятися.

Екологічне нормування

Метою екологічного нормування є встановлення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог щодо охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки.

Сьогодні розвиток екологічного нормування в Україні здійснюється таким чином, щоб забезпечити:

- по-перше, відповідність норм завданням збереження екосистем;
- по-друге, розвиток нормативної бази як елемента управління і засобу контролю в діяльності суб'єктів господарювання;
- по-третє, ефективність норм як правових гарантій соціальної захищеності людини.

В екологічному нормуванні слід виокремити два напрями:

- нормування
- лімітування.

При нормуванні визначаються нормативи гранично допустимих викидів і скидів забруднювальних речовин у навколишнє природне середовище та інших видів шкідливого впливу на нього, а також нормативи плати за забруднення навколишнього середовища і розміщення відходів.

Мета лімітування полягає у затвердженні для підприємств, установ та організацій лімітів використання чи добування природних ресурсів, лімітів викидів і скидів забруднювальних речовин у навколишнє природне середовище та лімітів на утворення і розміщення відходів.

Екологічне нормування передбачає *допустиме навантаження на екосистеми.*

Допустимим вважають таке навантаження, під впливом якого відхилення від нормального стану системи гарантовано і не перевищує природних змін середовища, а отже не викликає небажаних наслідків у біоті і не призводить до погіршення якості НПС.

Таким чином, необхідність розробки ГДК не тільки за санітарно-гігієнічними, але і за екологічними ознаками шкідливості є очевидними. Природоохоронні заходи, орієнтовані тільки на діючі санітарно-гігієнічні ГДК, часто малоефективні або зовсім не потрібні. Складається парадоксальна ситуація: норми стають більш жорсткими, оплати і витрати зростають, а стан об'єктів довкілля погіршується. Отже потрібні інші нормативи, які захистили інтереси екосистем і здоров'я. Таким цілям відповідають екологічні нормативи. Екологічні нормативи принципово відрізняються від санітарно-гігієнічних, рибогосподарських, токсикологічних ГДК тощо.

Завдання екологічного нормування – забезпечення нормального функціонування екологічних систем в цілому, в тому числі і здоров'я, тобто збереження встановленої рівноваги у природі в рамках можливої саморегуляції.

Головне полягає у тому, що збереження екологічної рівноваги визначається не індивідуальною реакцією окремих особин, як в експерименті, а розгорнуто в часі та просторі реакцією всієї екосистеми. У цьому разі екологічні нормативи потрібно розробляти на локальному та регіональному рівнях, забезпечуючи тим самим екологічну рівновагу в глобальному масштабі.

Основними характеристиками екологічного нормування є *екологічно-допустимі концентрації (ЕДК), екологічно-допустимі навантаження (ЕДН), модуль техногенного навантаження (МТН).*

Екологічно-допустимі концентрації (ЕДК) – це гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в екосистемах, які надходять з різних антропогенних джерел і не порушують гомеостатичних механізмів саморегуляції екосистем.

Екологічно-допустимі навантаження (ЕДН) – це еколого-допустимі навантаження, які не перевищують екологічної ємності екосистем.

Модуль техногенного навантаження (МТН) – модуль техногенного навантаження, під яким розуміється обсяг стічних вод та твердих відходів промислових і комунальних об'єктів, рознесених по адміністративних одиницях (областях), що вимірюються в тисячах тонн на квадратний кілометр за рік (тис.т/км^2).

Еколого-допустимі концентрації шкідливих речовин в навколишньому середовищі (ЕДК) – показники оцінки екологічної ємності регіональних екосистем і біосфери в цілому. Оцінювати ємності екосистем за допомогою ЕДК найбільш зручно на прикладі поверхневих вод, оскільки вода, на відміну від атмосфери, жорстко локалізоване природне тіло. У водоймах вона обмежена берегами і дном. Водні екосистеми – середовище існування більшості живих організмів і найважливіший фактор життєдіяльності людини.

МТН (модуль техногенного навантаження на НПС) запропоновано для характеристики техногенного навантаження.

Особливістю МНТ є те, що в ньому не враховуються газоподібні викиди в атмосферне повітря, що спричинюють значні забруднення середовища. Тому МТН доцільно визначати як об'єм полютантів у газових викидах в атмосферне повітря, у стічних водах та не утилізованих твердих відходах антропогенної діяльності.

Одним з основних недоліків екологічного нормування на сучасному етапі його розвитку є те, що лише незначна частина норм може вважатися екологічними, оскільки встановлені вони без врахування законів існування екосистем та біотичного механізму регулювання якості навколишнього середовища. Тому одним із головних завдань є підвищення саме ступеня екологічності норм. Крім того, під час їх розробки слід враховувати специфіку регіонів держави і вносити елементи територіальної диференційованості цих регіонів. Чимало норм

природокористування слід також відобразити в законодавчих актах, які регулюють сфери підприємницької діяльності, у нормах цивільного, податкового, інвестиційного права тощо.

Екологічне нормування повинно стати частиною загальнодержавної програми забезпечення екологічної безпеки природних ресурсів України. Без створення екологічних норм, правил та регламентів формування еколого-соціально - економічних системи неможливо. Тому, необхідно розробляти такі нормативи, які дозволять забезпечити ефективне вирішення екологічних і економічних задач і стануть інструментом збалансованого розвитку суспільства.

Науково технічне нормування

Санітарно-гігієнічні та екологічні нормативи визначають *якість* об'єкта навколишнього природного середовища відносно здоров'я людини і стану екосистеми, але *не вказують на джерело впливу* і не регулюють його діяльність.

Вимоги, які ставляться безпосередньо до джерел антропогенних впливів на НПС, встановлюються *науково - технічними нормативами.*

Науково-технічне нормування передбачає введення обмежень діяльності господарських об'єктів відносно забруднення навколишнього середовища, тобто визначає гранично допустимі інтенсивності потоків шкідливих речовин, які можуть надходити від джерела впливу в атмосферне повітря, водні об'єкти і ґрунти. Таким чином, від підприємства вимагається не безпосереднє забезпечення тих чи інших ГДК, а дотримання гранично допустимих викидів (ГДВ) і скидів (ГДС) шкідливих речовин, які встановлені для об'єкта господарської діяльності в цілому, або для окремих джерел, що входять до складу цього об'єкту. Зафіксоване перевищення величин ГДК шкідливих речовин в навколишньому середовищі саме по собі не є порушенням з боку підприємства, хоча, як правило, є сигналом невиконання встановлених науково - технічних нормативів або свідчать про необхідність їх (нормативів) перегляду.

До науково-технічних нормативів, крім нормативів скидів та викидів, відносять:

- технологічні, технічні, будівельні, містобудівельні норми і правила (наприклад, БНіП), які містять вимоги з охорони НПС.

В основу розробки науково-технічних нормативів покладено наступний принцип: за умови дотримання цих нормативів об'єктами господарської діяльності регіону, вміст будь-якої шкідливої речовини (домішки) у воді, повітрі та ґрунті має задовольняти вимогам санітарно-гігієнічного нормування.

Лекція № 2

Нормування якості атмосферного повітря.

План лекції

1. Основні екологічні функції атмосфери.
2. Якість атмосферного повітря.
3. Нормування в галузі охорони атмосферного повітря.
4. Гігієнічні нормативи ГДК забруднювальних речовин та науково-технічні нормативи викидів шкідливих речовин у атмосферне повітря.

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Повітряне середовище є однією з найбільш важливих складових частин біосфери – «живої» оболонки Землі. Існування флори і фауни, а також всього живого на Землі, в тому числі і людини, неможливе без повітря.

Характеризуючи атмосферу виділяють основні її екологічні функції:

- захисні;
- регуляція сезонних і добових змін температури;
- носій тепла і вологи;
- депо газів, що беруть участь у фотосинтезі;
- зумовлює низку складних екзогенних процесів (вивітрювання гірських порід, діяльність природних вод, мерзлоти, льодовиків тощо);
- повітря як середовище існування живих істот.

Атмосферне повітря лише умовно можна вважати невичерпним природним ресурсом тому, що повітря необхідне тільки певної якості, а під впливом антропогенної діяльності хімічний склад та фізичні властивості повітря дедалі погіршуються.

Відповідно до ст. 4 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» стандартизація і нормування в галузі охорони атмосферного повітря проводяться з метою встановлення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог до охорони атмосферного повітря від забруднення та забезпечення екологічної безпеки.

Державні стандарти у галузі охорони атмосферного повітря є обов'язковими до виконання і визначають поняття, терміни, режим використання і охорони атмосферного повітря методи контролю за його станом, вимоги щодо запобігання шкідливого впливу на атмосферне повітря.

Нормативи встановлюють межі допустимого шкідливого впливу на атмосферне повітря.

При цьому слід зазначити, що стандарти становлять загальний і обов'язків напрям єдиного підходу до визначення стану атмосферного повітря за допомогою встановлення правил, нормативів та вжиття інших заходів. А нормативи конкретизують стандарти при охороні атмосферного повітря. Об'єднує їх те, що нормативи і стандарти наділені юридичною силою, їх додержання забезпечується примусовою силою держави.

Відповідно до ст. 5 Закону України „Про охорону атмосферного повітря" у галузі охорони атмосферного повітря встановлюються такі *нормативи*:

- нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря;
- нормативи ГДВ забруднюючих речовин стаціонарних джерел;
- нормативи гранично допустимого впливу фізичних і біологічних факторів стаціонарних джерел;
- нормативи вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах та впливу фізичних факторів пересувних джерел;
- технологічні нормативи допустимого викиду забруднюючих речовин.

Під *якістю атмосферного повітря* розуміють сукупність властивостей атмосфери, що визначають ступінь впливу фізичних, хімічних та біологічних факторів на людину, рослинний і тваринний світ, а також на матеріали, конструкції, споруди та НПС в цілому.

Для нормування викидів шкідливих речовин у атмосферу застосовують *екологічні* та *науково - технічні* нормативи. Перші характеризують якість повітря, другі - джерело забруднення.

Нормування антропогенного навантаження на атмосферне повітря здійснюється в таких основних напрямках:

- встановлення граничнодопустимих викидів (ГДВ) для забруднювальних атмосферне повітря речовин;

- проведення інвентаризації викидів у атмосферу;
- визначення категорії небезпечності промислових підприємств по впливу на стан повітря і встановлення санітарно-захисних зон.

Нормування якості атмосферного повітря реалізується концепцією граничнодопустимих концентрацій (ГДК) забруднювальних атмосферу речовин.

Науковою основою санітарної охорони атмосфери є гігієнічні нормативи *гранично допустимих концентрацій (ГДК)* речовин, що забруднюють атмосферне повітря. ГДК лежать в основі встановлення величин *гранично допустимих викидів (ГДВ)*, що забезпечують на практиці дотримання гігієнічних нормативів. ГДВ встановлюються для кожного стаціонарного джерела викидів на рівні, за якого ці викиди не призведуть до перевищення ГДК відповідних речовин в атмосферному повітрі. Крім того, експресним і розрахунковими методами встановлюють *орієнтовані безпечні рівні впливу (ОБРВ),* які в окремих випадках в цілому відповідають вимогам ГДК відповідних речовин.

Для оцінки якості атмосферного повітря використовуються значення концентрацій фактичного забруднення атмосферного повітря, одержані при лабораторних дослідженнях на стаціонарних, маршрутних або під факельних або одержані при прогнозних розрахунках очікуваного забруднення атмосферного повітря. Забороняються викиди в атмосферу шкідливих речовин, на які не встановлені гігієнічні нормативи ГДК або ОБРВ.

Екологічні нормативи. Для визначення ступеня забруднення довкілля та впливу того чи іншого забруднювача на живі організми, в тому числі і на здоров'я людини, а також оцінки шкідливості забруднювачів користуються таким поняттям як *гранично допустимі концентрації (ГДК)* шкідливих речовин, яке базується на уявленні про наявність порогів у дії забруднювачів**.** *Поріг шкідливого впливу речовини* - це така мінімальна концентрація її у навколишньому середовищі, при впливові якої у організмі виникають зміни, які виходять за межі його фізіологічної адаптації.

Отже, *ГДК забруднювача у атмосферному повітрі* - це норматив концентрації шкідливої речовини в одиниці об'єму повітря ($м^3$), який при дії впродовж визначеного проміжку часу практично не впливає на здоров'я людини і не спричинює несприятливих наслідків у нащадків.

ГДК встановлюються санітарними органами Міністерства охорони здоров'я України. Нормативами якості атмосферного повітря визначено граничні межі вмісту шкідливих речовин як у виробничій зоні (де розташовані промислові підприємства, дослідні виробництва тощо), так і у селітебній зоні (житловий фонд, громадські будівлі і споруди населених пунктів тощо). Для більшості речовин встановлені дві гранично допустимі концентрації – максимально разова та середньодобова.

По відношенню до викидів парникових газів здійснюється додаткове нормування на рівні країни в цілому за показником „маса викидів, т/рік".

$ГДК_{МР}$ - це максимальна концентрація забруднювача у повітрі населених пунктів, яка не викликає рефлекторних реакцій в організмі людини (відчуття запаху, зміни світлової чутливості очей, кашлю, задухи тощо) при короткочасному (упродовж 20 хв.) впливові.

Значення $ГДК_{МР}$ використовують при встановленні науково-технічних нормативів ГДВ забруднюючих речовин. У результаті розсіювання шкідливих домішок у повітрі за несприятливих метеорологічних умов на межі санітарно-захисної зони підприємства концентрація шкідливої речовини в будь-який момент часу не повинна перевищувати $ГДК_{МР.}$

$ГДК_{СД}$ - це максимальна концентрація забруднювача у повітрі населених пунктів, яка не справляє шкідливого (загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного тощо) впливу (прямого або опосередкованого) на організм людини при необмежено тривалому споживанні людиною повітря.

Таким чином, $ГДК_{СД}$ розрахована на всі групи населення і на невизначено тривалий період впливу, а отже, як наслідок є найжорсткішим санітарно-гігієнічним нормативом, що

встановлює концентрацію шкідливої речовини у повітряному середовищі. Саме величина *ГДК$_{СД}$* слугує „еталоном" для оцінки стану повітряного середовища в селітебній зоні. При забрудненні атмосферного повітря речовинами, для яких ГДК не визначено, МОЗ встановлює орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ).

Із визначень і мети ГДК$_{МР}$ та ГДК$_{СД}$ зрозуміло, що величина ГДК$_{МР}$, як правило, є більшою за величину ГДК$_{СД}$ для однієї і тієї ж самої речовини.

Для різних умов величина ГДК різна. Тому здійснюється диференційоване нормування забруднюючих речовин:

- для атмосферного повітря населених пунктів встановлюють ГДК$_{Н.П.}$;
- для робочої зони – ГДК$_{Р.З.}$

Гранично допустима концентрація шкідливої речовини в повітрі населених пунктів (ГДК$_{Н.П.}$) – це максимальна концентрація домішки, віднесена до періоду усереднення, що при періодичному впливі або впродовж всього життя людини не здійснює на неї шкідливого впливу, включаючи віддалені наслідки.

Для робочої зони встановлюються *ГДК робочої зони (ГДК$_{РЗ}$)*. Робочою зоною вважається простір до висоти 2 м, де робітник постійно або тимчасово перебуває. При встановленні ГДК$_{РЗ}$ передбачається, що люди, які перебувають в цій зоні, є відносно здоровими, періодично проходять медичний огляд і перебувають в цій зоні обмежений час (тривалість робочого дня). Метою ГДК$_{РЗ}$ є попередження відхилення у стані здоров'я людей, що виявляється сучасними методами, при дії всього трудового стажу при тривалості робочого тижня не більше ніж 41 година. ГДК$_{РЗ}$ може бути вища за ГДК$_{МР}$ чи ГДК$_{СД}$, тому що впливу шкідливої речовини піддаються люди відносно здорові.

За визначенням, ГДК$_{Р.З.}$ є нормативом, що обмежує вплив шкідливої речовини на дорослу працездатну частину населення впродовж періоду часу, встановленого трудовим законодавством.

Величини ГДК забруднювальних повітря речовин періодично переглядаються з врахуванням нових даних про токсичність відомих речовин, а переліки поповнюються новими шкідливими речовинами. У відповідності із Законом України „Про охорону атмосферного повітря", нормативи граничнодопустимих концентрацій забруднювальних повітря речовин та рівні шкідливого впливу фізичних і біологічних факторів є єдиними для всієї території України. Для курортних, лікувально-оздоровчих, рекреаційних та інших окремих районів можуть встановлюватися більш суворі нормативи якості атмосферного повітря. Дотримання вимог нормативів ГДК гарантує екологічно безпечний стан атмосферного повітря.

ГДК для територій підприємств (ГДК$_{Т.П.}$) приймають рівною 0,3ГДК$_{Р.З.}$, що визначає безпечне перебування людини впродовж необмеженого часу вдихання забруднюючої речовини, тому ГДК$_{Т.П.}$< ГДК$_{Р.З}$. В умовах великих міст (з населенням понад 200 тис. осіб) та курортних територій ГДК$_{М.Р.}$=0,8 ГДК$_{Т.П.}$

Для деяких речовин, які можуть забруднювати атмосферне повітря не встановлені величини ГДК. Це зумовлено тим, що такі речовини або нещодавно введені у виробництво, або немає достатньої інформації про їх токсичність, здатність до кумуляції, особливості метаболізму тощо. В таких випадках для забруднювальних речовин встановлюється тимчасова допустима концентрація (ТДК) або орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ). Ці величини отримують розрахунковими методами на основі відомих характеристик таких речовин. Нормативи ТДК або ОБРВ чинні протягом 2-3 років. Якщо протягом цього періоду про речовину немає достатньої інформації для встановлення ГДК, термін дії ТДК або ОБРВ знову продовжують на 2-3 роки.

Гранично допустимі концентрації вимірюються у міліграмах речовини на кубічний метр повітря (мг/м^3), а ступінь забруднення атмосфери зазвичай виражається у одиницях гранично допустимих концентрацій.

У випадку присутності у атмосферному повітрі декількох забруднювачів їх сумарна концентрація не повинна перевищувати одиницю. Приблизний розрахунок можна зробити, користуючись формулою:

$$\frac{C_1}{ГДК_1}+\frac{C_2}{ГДК_2}+\frac{C_3}{ГДК_3}+...+\frac{C_n}{ГДК_n}\le 1,$$

де $C_1, C_2, C_3, ..., C_n$ - фактичні концентрації речовин в атмосферному повітрі, $ГДК_1, ГДК_2, ГДК_3, ..., ГДК_n$ - гранично допустимі концентрації цих речовин.

Граничнодопустимі концентрації деяких шкідливих речовин у повітрі населених пунктів, мг/м^3

ЗАБРУДНЮВАЛЬНА РЕЧОВИНА	ГДК, мг/м^3		
	$ГДК_{МР}$	$ГДК_{СД}$	$ГДК_{РЗ}$
Пил нетоксичний, цемент	0,5	0,15	5,0
Діоксид Сульфуру (SO_2)	0,5	0,05	1,0
Діоксид Нітрогену (NO_2)	0,085	0,04	2,0
Оксид карбону (CO)	5,0	3,0	20,0
Сірководень (H_2S)	0,03	0,005	-
Аміак (NH_3)	0,2	0,04	5,0
Сажа	0,15	0,05	3,0
Сполуки Плюмбуму	0,03	0,0003	0,05
Фенол (C_6H_5OH)	0,01	0,003	0,3
Формальдегід (HCOH)	0,035	0,003	0,5
Метиловий спирт (метанол) (CH_3OH)	1,0	-	5,0
Бензен (бензол) (C_6H_6)	1,5	-	15,5
Бенз(α)пірен	-	0,000001	-

В кожному конкретному випадку, при забрудненні повітря кількома забруднювальними речовинами, необхідно враховувати можливий характер їх комплексної дії на організм людини. Існують три основних типи комбінованої дії хімічних речовин:

- синергізм, коли одна речовина посилює дію іншої;
- антагонізм, коли речовина послаблює дію іншої;
- сумація або адитивна дія, коли дія речовин у комбінації шумується.

Лекція № 3

Оцінювання стану атмосферного повітря.

.

План лекції

1. Комплексний індекс забруднення атмосфери.
2. Оцінювання стану атмосферного повітря.
3. Принципи та критерії визначення рівня забрудненості повітряного середовища.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Оцінювання стану повітряного середовища. При оцінюванні забруднення атмосферного повітря населених місць допустимим та безпечним для здоров'я людей приймається рівень, при якому концентрації окремих забруднювальних речовин а також сумарні показники забруднення не перевищують встановлені гігієнічні нормативи допустимого вмісту (ГДК, ОБРВ).

Оцінювання фактичних і прогнозних рівнів забруднення атмосферного повітря повинно проводитися у всіх видах передпроектної та проектної документації (в тому числі у локальних і зведених томах ГДВ) з метою обґрунтування заходів, які будуть забезпечувати додержання гігієнічних нормативів.

Для оцінювання стану повітряного середовища пропонується ряд комплексних показників забруднення атмосфери. Найпоширенішим є комплексний показник - індекс забруднення атмосфери (ІЗА), який використовується для визначення стану забруднення повітря декількома речовинами, що діють одночасно.

Комплексний індекс забруднення атмосферного повітря. Індекс забруднення атмосфери (ІЗА) кількісно характеризує рівень забруднення окремою домішкою, що враховує різницю у швидкості зростання ступеня шкідливості речовини, приведеного до ступеня шкідливості діоксиду сульфуру (SO_2), зі зростанням перевищення ГДК$_{С.Д.і}$.

$$I_i = \left(\frac{C_{сер}}{ГДК_{СДі}} \right)^{\alpha_i},$$

де I_i - одиничний індекс забруднення i-ої речовини; $C_{сер}$ - середня концентрація в повітрі i-ої речовини; $ГДК_{С.Д.і}$ - гранично допустима концентрація середньодобова для i-ої речовини; α_i - безрозмірна константа приведення ступеня шкідливості i-ої речовини до шкідливості діоксиду сульфуру, що залежить від класу небезпечності забруднюючої речовини. Усі нормовані речовини виділено у класи небезпечності

Класи небезпечності нормованих речовин

Клас небезпечності	Ступінь небезпечності	Величина ГДК, мг/м^3	α_i
I	Надзвичайно небезпечні	≤ 0,1	1,7
II	Високонебезпечні	0,1-1,0	1,3
III	Помірнонебезпечні	1,0-10,0	1,0
IV	Малонебезпечні	> 10,0	0,9

Середнє арифметичне значення концентрації домішки ($C_{сер}$,мг/м^3) – середньодобові, середньомісячні, середні багаторічні концентрації забруднюючих речовин (c_i), що обчислені за сумарними даними стаціонарних, пересувних та підфакельних постів спостережень, визначається за формулою

$$C_{сер} = \sum_{i=1}^{n} \frac{c_i}{n},$$

де n - кількість разових концентрацій, що були визначені за відповідний період.

Для розрахунку ІЗА, середні концентрації домішок за допомогою розрахунків приводять до концентрації діоксиду сульфуру (SO_2) (коефіцієнт К в *табл. 1.3*). Отриманий таким чином показник ІЗА вказує, у скільки разів сумарний рівень забрудненості атмосфери кількома речовинами перевищує ГДК діоксиду сульфуру (SO_2)

Гранічнодопустимі концентрації деяких шкідливих речовин у повітрі населених пунктів, мг/м^3

Речовина	ГДК$_{С.Д.}$	ГДК$_{М.Р.}$	К
Тверді речовини	0,15	0,2	3
Діоксид Сульфуру (SO_2)	0,05	0,5	1,0
Діоксид Нітрогену (NO_2)	0,04	0,085	0,8
Оксид Нітрогену (NO)	0,06	0,4	1,2
Оксид Карбону (CO)	3,0	5,0	60
Аміак (NH_3)	0,04	0,2	0,8
Хлористий гідроген	0,2	0,2	4,0
Ціаністий гідроген	0,01	-	0,2
Оксид кадмію	0,001	-	0,02
Плюмбум	0,0003	0,03	0,005
Сірководень (H_2S)	0,005	0,03	0,1
Бенз(α)пірен	0,000001	-	0,00002
Фенол C_6H_5OH	0,003	0,01	0,06
Формальдегід (HCOH)	0,003	0.035	0,06
Фтористий гідроген	0,005	0,2	0,1

Примітка: $K = \frac{ГДК_{С.Д.}^{реч.}}{ГДК_{С.Д.}^{SO_2}}$,

де $ГДК_{С.Д.}^{реч.}$ - гранично допустима концентрація середньодобова забруднюючої речовини;

$ГДК_{С.Д.}^{SO_2}$ - гранично допустима концентрація середньодобова SO_2.

На територія з посиленим режимом охорони встановлюються більш жорсткіші вимоги – ГДК має бути зменшено на 20%.

Комплексний індекс забруднення атмосферного повітря (КІЗА) $I_{КІЗА}$ - це кількісна характеристика рівня забрудненості атмосфери, що створюється n-речовинами, присутніми у атмосферному повітрі. Цей показник розраховують як суму нормованих за ГДК$_{С.Д.}$ і приведених до концентрації діоксиду сульфуру (SO_2) середнього вмісту різних шкідливих речовин

$$I_{КІЗА} = \sum_{i=1}^{n} I_s = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{C_{сер}}{ГДК_{С.Д.i}} \right)^{\alpha_i}.$$

Лекція № 4

Регулювання викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря.

План лекції

1. Аналіз найбільш поширених і небезпечних забруднювальних речовин, викиди яких у атмосферне повітря підлягають регулюванню.
2. Інвентаризація викидів у атмосферне повітря, мета і послідовність проведення.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Для всіх об'єктів, які забруднюють атмосферу, розраховують і встановлюють норми на гранично допустимі викиди (ГДВ).

ГДВ – це кількість шкідливих речовин, яка не повинна перевищуватися під час викиду у повітря за одиницю часу таким чином, щоб концентрація забруднювачів повітря на межі санітарної зони не перевищувала ГДК.

На відміну від ГДК, ГДВ вимірюється у часі і встановлюється для кожного джерела викиду за умови, що викид шкідливих речовин від даного джерела і від всієї сукупності джерел району з урахуванням перспектив розвитку промислових підприємств і розсіювання шкідливих речовин у атмосфері, не створює приземної концентрації, яка перевищує їх гранично допустимі концентрації для атмосферного повітря. Величина ГДВ дозволяє також оцінити конкретний внесок кожного підприємства у загальне забруднення повітря у регіоні.

Для розробки єдиних нормативів екологічної безпеки та для встановлення нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря, використовуються гранично допустимі концентрації (ГДК) і орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ) забруднюючих речовин у атмосферному повітрі населених пунктів.

Коли господарюючий суб’єкт є власником основних фондів (засобів виробництва), то він самостійно розробляє матеріали оцінки впливу його виробництва на атмосферне повітря. При оренді основних фондів, ці питання вирішуються на договірних умовах між орендатором і їх власником.

Величина ГДВ встановлюється в грамах за секунду (г/с) для кожного джерела викиду і по кожній із забруднюючих речовин при умові повного навантаження технологічного і газоочисного обладнання.

Для оцінки темпів зниження викидів визначається масова величина викиду в тонах за рік (т/рік) по кожному стаціонарному джерелу і кожній із забруднюючих речовин, а також в цілому по підприємству при повному навантаженні технологічного обладнання з урахуванням часової нерівномірності викидів, сировини і матеріалів, що використовуються, а також з урахуванням планового ремонту технологічного і газоочисного обладнання.

Нормативи ГДВ розробляються для речовин, які мають ГДК або ОБРВ забруднюючих речовин у атмосферному повітрі населених пунктів. У випадку, коли на діючих підприємствах значення ГДВ по об'єктивним причинам не можуть бути досягнуті на сьогоднішній день, допускається поетапне зниження викидів шкідливих речовин до необхідних значень. На кожному етапі встановлюється тимчасово узгоджені викиди (ТУВ) шкідливих речовин, строком не більше 2-х років, на рівні викидів з аналогічних підприємств з найкращою технологією виробництва та заходи по їх досягненню.

Значення ТУВ встановлюються в г/с для кожного етапу по кожному стаціонарному джерелу викиду і по кожній із забруднюючих речовин.

Оціночні величини викидів встановлюються в т/рік по кожному джерелу, кожній із забруднюючих речовин і в цілому по підприємству.

Граничнодопустимий викид (ГДВ) шкідливих речовин визначається за формулою:

$$ГДВ = k_p \times ГДК,$$

де k_p - коефіцієнт розведення викинутого за 1 с забруднення до допустимої норми; ГДК – граничнодопустима концентрація шкідливої речовини, мг/м^3.

Розсіювання викидів в атмосфері залежить: від висоти труби, через яку здійснюється викид шкідливих речовин; секундного об'єму викинутих забруднень; різниці температур викинутої газової суміші та атмосферного повітря; умов вертикального та горизонтального розсіювання (температурної стратифікації); швидкості осідання забруднювальних речовин, їх фонової концентрації.

ГДВ для кожного стаціонарного джерела встановлюють за умови, що викиди шкідливих речовин від такого джерела сумісно з фоновим забрудненням не створять у приземному шарі атмосфери концентрацію, що перевищує ГДК, тобто виконується умова:

$$C_M + C_Ф \le ГДК,$$

де C_M - концентрація в приземному шарі атмосфери забруднювачів від джерела при найнесприятливіших метеорологічних умов для розсіювання, мг/м^3; $C_Ф$ - фонова концентрація, мг/м^3.

Фонова концентрація $C_Ф$ - це сумарна концентрація, що утворюється всіма джерелами, що розташовані на даній території.

За відсутності необхідних даних спостережень фонову концентрацію визначають розрахунковими методами. $C_Ф$ для кожного поста спостережень визначають на основі даних за період від 2-х до 5-ти років. З метою підвищення вірогідності розрахунку $C_Ф$ необхідно вибирати період спостережень, упродовж якого істотно не змінювався характер забудови в районі поста спостережень, не відбувалося істотних змін у характеристиках промислових викидів в радіусі 5 км від поста, не змінювали розташування самого поста, а відбір та аналіз проб здійснювався за однаковими методиками. Кількість річних спостережень має бути не менше 200 за кожною речовиною. Для визначення $C_Ф$ можуть бути використані дані як стаціонарних, так і підкфакельних постів спостережень.

Організація робіт в місті або населеному пункті по розробці нормативів ГДВ (ТУВ) підприємствами, установами, організаціями здійснюється органами Мінекоресурсів.

Нормативи ГДВ затверджуються строком на 5 років.

Необхідність перегляду затверджених нормативів ГДВ може виникнути до закінчення терміну їх дії при зміні екологічної ситуацій в регіоні, появи нових або уточнення параметрів існуючих джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу, при зміні технології виробництва. У цьому випадку господарюючий суб'єкт зобов'язаний подати інформацію про зміни, що виникли, в органи Мінекоресурсів та МОЗ для внесення змін до проекту ГДВ.

Нормативи ГДВ вводяться в дію на умовах визначених статтею 13 Закону України «Про охорону атмосферного повітря».

Викиди підлягають *періодичній інвентаризації*, під якою слід розуміти систематизацію відомостей про розподіл джерел викидів на території об'єкта, їх кількість та склад. Інвентаризація джерел викиду та екологічна паспортизація об'єктів здійснюється один раз на 5 років.

Метою інвентаризації є:

- визначення викидів шкідливих речовин, що надходять в атмосферу від об'єктів;
- оцінка впливів викидів на навколишнє природне середовище, встановлення ГДВ;
- розробка рекомендацій з організації контролю викидів;
- оцінка стану очисного обладнання та екологічності технологій і виробничого обладнання, планування черговості природоохоронних заходів.

При інвентаризації викидів забруднюючих речовин використовуються матеріали:

- прямих методів вимірів, які базуються на проведенні безпосередніх інструментальних вимірів;
- розрахункових методів;
- матеріали технологічного регламенту та проектних показників.

В окремих випадках для розрахунку кількісних характеристик викидів повинні застосовуватися галузеві методики, затверджені органами Мінекоресурсів.

Послідовність інвентаризації викидів у атмосферу:

- виявлення джерел забруднення атмосфери та їх нанесення на ситуаційний план;
- визначення виду шкідливих речовин у джерелах викидів та їх координування;
- визначення коефіцієнтів завантаження обладнання і наявності пристроїв очищення викидів;
- встановлення контрольних точок і розмірів санітарно-захисних зон;
- отримання даних про метеорологічні умови і фонові забруднення;
- заміри параметрів джерел викидів: висота і діаметр труб, температури, швидкості, вологості газів, концентрації небезпечних речовин у шкідливих викидах;
- розрахунок параметрів викидів і їх розсіювання в просторі та часі;
- розробка тома ГДВ і заходів зі зниження викидів;
- погодження тома ГДВ із санітарним наглядом, затвердження тома ГДВ;
- отримання дозволу на викид шкідливих речовин в атмосферу.

За результатами інвентаризації викидів в атмосферу, роблять висновок про правильність встановлення ГДВ для стаціонарних джерел та санітарно-захисної зони навколо них, забезпеченість очистки викидів та належного контролю стану повітря тощо.

Джерела забруднення атмосфери визначаються із схем виробничого процесу підприємства. Для діючих підприємств контрольні точки приймають по периметру санітарно-захисної зони. Заміри параметрів викидів здійснюють працівники лабораторії підприємства або лабораторії санітарно-епідеміологічної станції.

Шкідливі речовини, що потрапляють в атмосферу від промислових та транспортних підприємств, енергетичних установок, транспортних засобів, розчиняються у повітрі та переносяться рухомими потоками повітря на великі відстані. Розсіювання забруднень призводить до зниження концентрації шкідливих речовин у зонах їх викиду та до одночасного збільшення площ із забрудненим повітрям.

На характер поширення шкідливих речовин у атмосфері та на розмір зон забруднення впливають метеорологічні умови (горизонтальний та вертикальний рух мас повітря, його швидкість, температура, вологість, кількість та вид атмосферних опадів, наявність хмар тощо).

Крім метеорологічних факторів, на розсіювання забруднень впливає рельєф місцевості, наявність лісів, водоймищ, гірських масивів тощо. На забрудненість міст та населених пунктів впливають їх планування та озеленення.

Управління викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел

Екологічний аспект - елемент діяльності організації, її продукції або послуг, який може взаємодіяти з навколишнім природнім середовищем.

Виробничий контроль - комплекс дій із перевірки виконання планів заходів у сфері охорони довкілля, раціонального використання і відтворення природних ресурсів, дотримання нормативів якості довкілля і виконання вимог природоохоронного законодавства.

Первинний облік - це система виявлення, вимірювання, реєстрації, накопичення, узагальнення, зберігання, оброблення та підготовки інформації про діяльність підприємства в галузі природокористування з метою передавання її внутрішнім і зовнішнім користувачам для прийняття оптимальних рішень.

Природоохоронний захід - це комплекс екологічно спрямованих заходів, що реалізує суб'єкт господарювання для зниження і ліквідації негативного впливу антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище.

Управління викидами від стаціонарних джерел має такі аспекти:

1) проведення інвентаризації викидів;

- установлення методики розрахунку викидів;
- установлення методики контролю викидів;
- розроблення заходів та дій в період НМУ (несприятливих метеоумов).

2) взяття на державний облік об'єктів, які справляють або можуть справляти шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря, видів та обсягів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря (згідно з Інструкцією про порядок та критерії взяття на державний облік об'єктів, які справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря, видів та обсягів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря);

3) отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря;

- встановлення умов здійснення та нормативів викидів;
- установлення періодичності контролю викидів.

Усі документи, що готує підприємство для отримання Дозволу на викиди, повинні бути затверджені його керівництвом та узгоджені з державними органами екологічного управління у встановленому законодавством порядку.

4) ведення первинного обліку викидів відповідно до чинного законодавства;

- призначення відповідальних осіб за первинний облік;

5) розроблення річного плану виробничого контролю викидів;

- визначення виконавців проведення вимірювань якісного та кількісного складу викидів, ефективності роботи пилогазоочисного обладнання;
- призначення відповідальних осіб за проведення та оформлення результатів контролю викидів;

6) розроблення річного плану природоохоронних заходів щодо скорочення викидів, охорони атмосферного повітря, відтворення природних ресурсів тощо;

- призначення термінів, відповідальних осіб та виділення фінансування на досягнення встановлених цілей;

7) розроблення спеціальних заходів щодо охорони атмосферного повітря на випадок виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру

- вжиття заходів для ліквідації причин, наслідків забруднення атмосферного повітря

- інформування контролюючих органів відповідно до чинного законодавства про понаднормові та / або аварійні викиди.

Виробничий контроль

Порядок організації виробничого екологічного контролю регулюється положеннями, що затверджуються самими підприємствами, установами та організаціями на підставі Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» та Закону України «Про охорону атмосферного повітря».

Структура виробничого контролю:

- контроль за проектуванням, будівництвом та експлуатацією споруд, устаткування, апаратури для очищення газопилового потоку від забруднюючих речовин і зниження впливу фізичних та біологічних факторів, оснащення їх засобами вимірювальної техніки, необхідними для постійного контролю за ефективністю очищення, дотриманням нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин і рівнів впливу фізичних та біологічних факторів та інших вимог законодавства в галузі охорони атмосферного повітря;
- контроль забезпечення безперебійної ефективної роботи і підтримання у справному стані споруд, устаткування та апаратури для очищення викидів і зменшення рівнів впливу фізичних та біологічних факторів;
- контроль за обсягом і складом забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря, і рівнями фізичного впливу;
- проведення інструментально-лабораторних вимірювань параметрів викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел та ефективності роботи газоочисних установок;
- використання метрологічно атестованих методик виконання вимірювань і перевірених засобів вимірювальної техніки; розроблення, у разі необхідності, методик виконання вимірювань, що враховують специфічні умови викиду забруднюючих речовин.

Управління викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел

Управління викидами від пересувних джерел на підприємстві передбачає комплекс дій. Згідно із ст. 17 Закону України «Про охорону атмосферного повітря», з метою відвернення і зменшення забруднення атмосферного повітря транспортними та іншими пересувними засобами і установками та впливу пов’язаних із ними фізичних факторів, потрібно здійснювати:

- розроблення та виконання комплексу заходів щодо зниження викидів, знешкодження шкідливих речовин і зменшення фізичного впливу під час проектування, виробництва, експлуатації та ремонту транспортних та інших пересувних засобів і установок;
- переведення транспортних та інших пересувних засобів і установок на менш токсичні види палива;
- обмеження в’їзду автомобільного транспорту та інших транспортних засобів та установок у селищні, курортні, лікувально-оздоровчі, рекреаційні та природно-заповідні зони, місця масового відпочинку та туризму;
- удосконалення технологій транспортування і зберігання палива, забезпечення постійного контролю за якістю палива;
- впровадження та вдосконалення діяльності контрольно-регулювальних і діагностичних пунктів та комплексних систем перевірки нормативів екологічної безпеки транспортних та інших пересувних засобів і установок.

Заборонено!

Проєктування, виробництво та експлуатація транспортних та інших пересувних засобів і установок, вміст забруднюючих речовин у відпрацьованих газах яких перевищує нормативи або рівні впливу фізичних факторів, забороняються.

Європейська система надає нормативам якості ширшого значення. Серед спеціальних екологічних принципів ЄС важливе місце займає комплексний підхід, відповідно до якого заходи щодо запобігання і скорочення викидів шкідливих речовин не повинні призводити до зростання навантаження на інші природні середовища (Директива 96/61/ЄС). Нормативи якості атмосферного повітря у законодавстві України представлені нормативами ГДК, які закріплені у Державних санітарних правилах охорони атмосферного повітря населених місць.

Закон України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» від 12 грудня 2019 року № 377-IX є не менш важливим актом, спрямованим на виконання зобов'язань України за міжнародними договорами.

Основоположний документ ЄС у сфері охорони та нормування якості повітря - Директива 2008/50/ЄС, спрямована на зменшення викидів забруднюючих речовин безпосередньо в джерелах утворення. Директивою затверджені цільові нормативи (граничні рівні/концентрації), які підлягають досягненню у визначені періоди часу з подальшим їхнім підтриманням на досягнутому рівні.

Незважаючи на різні підходи до встановлення нормативів якості повітря, більшість полютантів, що регламентуються європейським законодавством, закріплені і вітчизняним. Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України ***«Про затвердження переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню»*** від 29 листопада 2001 року № 1598 https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1598-2001-%D0%BF#Text найпоширенішими є оксиди нітрогену, діоксид та інші сполуки сульфуру, оксиди карбону, озон; найнебезпечнішими: важкі метали, органічні аміни, леткі та стійкі органічні сполуки, хлор, бром, фтор. Однак недостатньо врегульованим залишається вміст твердих часток пилу в повітрі та відсутня регламентація тонкодисперсного пилу (pm 10, pm 2,5), визначених Директивою 2008/50/ЄС.

В Україні інформацію індекс якості повітря транслюють джерела незалежних станцій моніторингу (Лун-Місто, Air Visual, AIRLY, Gismeteo), а також декілька установок Укргідрометцентру.

Для визначення якості повітря робляться заміри 5 показників: O_3 (Озон), NO_2 (діоксид азоту), SO_2 (діоксид сірки), PM2,5 і PM10 (вміст у повітрі зважених часток діаметром до 2,5 мікронів і до 10 мікронів відповідно).

Індекс якості повітря застосовується з 1968 року. Його головне призначення - звернути увагу суспільства на забрудненість довкілля і в такий спосіб підштовхнути як простих людей, так і виконавчі органи до вжиття заходів щодо зниження кількості промислових викидів.

Як будь-який інший універсальний показник, індекс якості повітря має низку недоліків:

Не всі станції оснащені необхідним для виконання необхідних вимірів обладнанням.

Індекс якості повітря (AQI) передбачає можливість введення нових параметрів і виключення «класичних», що не дає змоги проводити послідовний збір даних по всьому світу.

Лекція № 5

Екологічний стан водних об'єктів в Україні.

План лекції

1. Основні положення правил охорони поверхневих вод.
2. Класифікація якості поверхневих вод водних об'єктів.
3. Принципи та критерії визначення рівня забрудненості водного середовища. Водокористування та водоспоживання.

4. Типи забруднення природних водойм.
5. Джерела забруднення водних об'єктів. Самоочищення природних водойм.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Екологічна оцінка якості вод – це віднесення вод до певного класу і категорії згідно з екологічною класифікацією на підставі аналізу значень показників її складу і властивостей.

Під індексом якості води розуміють узагальнену числову оцінку якості води за сукупністю основних показників, які визначаються відповідно до класів і категорії якості вод. Існують індекси групові (блокові) та комплексний (узагальнюючий) – екологічний.

Критеріями якості вод називають показники складу та властивостей в їх кількісному виразі у вигляді значення, якому відповідають певні клас і категорія якості вод. Узагальнюючі категорії якості вод називають екологічними.

Класи і категорії якості вод – це рівні їх якості, установлені за інтервалами числових значень показників їх складу і властивостей.

Нормами якості води є установлені значення показників якості води, дотримання яких забезпечує потреби конкретних видів водокористування.

Згідно зазначеної Методики, характеристика якості поверхневих вод проводиться на основі екологічної класифікації поверхневих вод суходолу та естуаріїв України. Така екологічна класифікація природних вод є невід'ємною частиною екологічної оцінки якості поверхневих вод, вона є категорійною базою оцінки.

Комплекс показників екологічної класифікації якості поверхневих вод включає загальні та специфічні показники.

Загальні показники: показники сольового складу і трофо - сапробності вод (еколого-санітарні), характеризують звичайні властиві водним екосистемам інгредієнти, концентрація яких змінюється під впливом господарської діяльності.

Специфічні показники характеризують вміст у природних водах забруднювальних речовин токсичної і радіаційної дії.

Система екологічної класифікації якості поверхневих вод та естуаріїв України є складною і включає три групи спеціалізованих класифікацій:

- ***група класифікацій за критеріями сольового складу*** (за величиною мінералізації, за аніонно-катіонним складом, за забрудненням компонентами сольового складу);

- ***група класифікацій за трофо – сапробіологічними критеріями*** (за гідрофізичними показниками, за гідрохімічними показниками, за гідробіологічними показниками, за біо індикацією сапробності);

- ***група класифікацій за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії,*** а також за рівнем токсичності компонентів.

В цілому, для екологічної оцінки якості поверхневих вод використовується понад 30 показників.

Конкретні кількісні показники якості природних вод є елементарними ознаками якості, а комплексні кількісні ознаки якості вод базуються на інтегруванні елементарних. На основі цих оцінок визначають класи, категорії та індекси якості вод, зони сапробності, ступені трофності.

Визначені за цими ознаками класи і категорії якості вод відображають природний стан, а також ступінь антропогенного забруднення поверхневих вод.

Класи і категорії якості води за їх станом:

І клас - з однією категорією **(1)** – **відмінні**;

ІІ клас - **добрі**, з двома категоріями: **дуже добрі (2) і добрі (3);**

ІІІ клас - **задовільні**, з двома категоріями: **задовільні (4) і посередні (5);**

IV клас - з однією категорією **(6) – погані;**

V клас - з однією категорією **(7) – дуже погані.**

За ступенем чистоти (забрудненості) назви класів і категорій наступні:

І клас - з однією категорією **(1)** – **дуже чисті**;

ІІ клас - **чисті**, з двома категоріями: **чисті (2) і досить чисті (3);**

ІІІ клас - **забруднені**, з двома категоріями: **слабко забруднені (4) і помірно забруднені (5);**

IV клас - з однією категорією **(6) – брудні;**

V клас - з однією категорією **(7) – дуже брудні.**

Усі галузі господарства за відношенням до водних ресурсів поділяють на *користувачів* та *споживачів.* ***Користувачі*** використовують воду як середовище або джерело енергії і не забирають воду з її джерел (водний транспорт, спорт, гідроелектростанції тощо). При водокористуванні можливе лише якісне виснаження водних ресурсів, яке зумовлено забрудненням водойм. ***Споживачі*** забирають воду з джерел і використовують її за призначенням (пиття, приготування їжі, вирощування сільськогосподарської продукції, здійснення технологічних процесів на виробництві, обігрівання приміщень тощо). У багатьох випадках вода після використання частково або повністю повертається до джерел, але зі зміненою якістю. При водоспоживанні можливе як якісне так і кількісне виснаження водних ресурсів та незворотні втрати води.

За ДСТУ 3041-94, ***водокористування*** –це використання водних об'єктів і системи водопостачання для задоволення потреб населення і народного господарства, а ***водоспоживання*** – це споживання води і водного об'єкту чи системи водопостачання.

Об'єктами водокористування та водоспоживання є поверхневі та підземні прісні води, територіальні морські води. Особливу увагу при організації природоохоронних заходів приділяють проблемам захисту прісних вод. ***Охорона води*** – це система заходів, спрямованих на запобігання, обмеження і ліквідацію наслідків забруднення, засмічення і виснаження води.

Обсяг споживаної води в промисловості ***оцінюють водоємністю виробництва,*** під якою розуміють кількість води, необхідної для виробництва однієї тонни готової продукції. Водоємність коливається в дуже широких межах, так наприклад, $м^3/т$.

Споживання води населенням характеризують ***питомим водоспоживанням,*** під яким розуміють добовий об'єм води в літрах, необхідний для задоволення всіх потреб одного мешканця.

Під ***забрудненням природних вод*** розуміють зміну їх фізичних, хімічних, біологічних параметрів, що є причиною шкідливої дії на людину або природне середовище, а також обмеження можливості використання цих вод. Причинами забруднення природних водойм є ряд факторів, як природного, так і антропогенного характеру.

За ДСТУ 3041-95, ***Забруднення води – це надходження до водного об'єкта фізичних, хімічних чи біологічних речовин або енергії, що спричинює погіршення якості води.***

Типи забруднення природних водойм.

Забруднення водних ресурсів – це зміни їх фізичних, хімічних та біологічних властивостей внаслідок потрапляння в них шкідливих рідких, твердих та газоподібних речовин, що роблять воду небезпечною для використання, завдають шкоди суспільному господарству і здоров'ю людини.

Розрізняють забруднення фізичне (механічне), хімічне, біологічне (бактеріальне), радіоактивне і теплове.

Типи забруднення поверхневих і підземних вод

Тип забруднення	Забруднювальні речовини
Фізичне	Нерозчинні домішки: глина, пісок, намул, пил тощо
Хімічне	Важкі метали, кислоти, луги, мінеральні солі, нафта і нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), синтетичні мийні засоби (СМЗ), мінеральні добрива, пестициди
Біологічне	Різні мікроорганізми (бактерії, віруси), яйця гельмінтів, спори грибів
Радіоактивне	Радіонукліди (цезій -137, стронцій -90, калій -40 тощо)
Теплове	Підігріті води ТЕС та АЕС

Джерела, які заносять у поверхневі або підземні води забруднювальні речовини, мікроорганізми або тепло, називаються ***джерелами забруднення***.

Всі джерела забруднення поділяють на шість типів:

- промислові стічні води;
- комунальні стічні води;
- сільськогосподарські скидні води;
- поверхневі стічні води;
- атмосферні опади;
- нафта і нафтопродукти.

Характеристика промислових та побутових стічних вод

Показник	Промислові стічні води	Побутові стічні води
Утворення	Як результат технологічних процесів	За рахунок господарської та побутової діяльності
Кількість	Визначається потребами технологічних процесів	Обмежені границями водоспоживання
Зовнішній вигляд	Значно різниться	Одноманітний
Змулені речовини	Дуже різноманітні за кількістю	Визначаються постійно за кількістю та якістю
Реакція	Від різко лужної – до різко кислотної	Нейтральна або слабко лужна
Хімічний склад	Різний: органічні, синтетичні, мінеральні сполуки	Одноманітний, переважають органічні сполуки
Токсичність та бактерицидність	Може визначатись у різному ступені	Невластиві
Гігієнічне значення	Загальносанітарне	Переважно епідеміологічне
Методи знезаражування	Хіміко-механічні	Біологічні з дезінфекцією

Найпоширенішими забруднювальними речовинам, що потрапляють у природні водойми зі стічними водами, є: сульфати, хлориди, азот амонійний, азот загальний, нітрати, фосфор загальний, фенол, легкі органічні речовини, що окисляють, специфічні органічні речовини

(анілін, хлорорганічні пестициди, лігнін, лігносульфонати тощо), нафта і нафтопродукти, важкі метали, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), ароматичні сполуки, пестициди, бензапірен, радіонукліди.

Основні забруднювальні речовини за галузями промисловості

Галузь промисловості	Забруднювальні речовини
Целюлозно-паперовий комплекс, деревообробка	Органічні (лігніни, смолисті і жирні речовини, фенол тощо), амонійний нітроген, сульфати, завислі речовини
Нафтогазовидобувна	Нафтопродукти, феноли, амонійний нітроген, сульфіди
Машинобудування, металообробка, металургія	Важкі метали, завислі речовини, амонійний нітроген, нафтопродукти, смоли, феноли тощо
Хімічна, нафтохімічна	Феноли, нафтопродукти, поліциклічні ароматичні вуглеводні, мінеральні добрива, пестициди, завислі речовини
Легка, текстильна, харчова	Нафтопродукти, органічні барвники, органічні речовини
Гірничовидобувна, вугільна	Мінеральні завислі речовини, феноли

Під ***самоочищенням природних водойм*** розуміють сукупність гідродинамічних, фізико-хімічних, гідрохімічних, гідробіологічних та інших процесів, які призводять до відновлення стану водного джерела. Механізм та швидкість процесів самоочищення природних водойм залежить від природи і властивостей забруднювальних речовин та від їх концентрації. Так, при забрудненні природних водойм нетоксичними, або малотоксичними органічним речовинами для гідробіонтів, найбільш ймовірним механізмом самоочищення є біохімічне окислення в аеробних або анаеробних умовах. Якщо органічна речовина є токсичною – механізмом її перетворення буде процес хімічної деструкції, переважно окислення. При забрудненні неорганічними сполуками, в залежності від їх хімічних властивостей, можливі наступні механізми самоочищення:

- ***нейтралізація*** компонентів кислотного та основного характеру за рахунок буферних природних систем, найпоширенішими з яких є карбонатні та фосфатні;

- ***гідроліз,*** взаємодія речовин з водою з утворенням малодисоційованих сполук; такий механізм домінує при самоочищенні водойм від іонів високо зарядних катіонів, зокрема, Al^{3+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}, процес гідролізу є ступінчастим та іноді гідролізу передує процес окислення;

$$4Fe^{2+} + O_2 + 2H_2O \leftrightarrow 4FeOH^{2+};$$

$$FeOH^{2+} + H_2O \leftrightarrow Fe(OH)_2^+ + H^+;$$

$$Fe(OH)_2^+ + H_2O \leftrightarrow Fe(OH)_3 \downarrow (осад) + H^+$$

при осадженні пластівців гідрооксидів металів проходить інтенсивна коагуляція, що спричинює видаленню колоїдів із води;

- ***хімічне осадження***, утворення малорозчинних речовин, іноді має місце співосадження; такий механізм самоочищення переважає при очищенні водойм від сполук важких металів, внаслідок утворення нерозчинних сульфідів, карбонатів, сульфатів:

$$Cu^{2+} + Na_2S \leftrightarrow CuS \downarrow +2Na^+;$$

- ***сорбція*** на природних суспензіях, тобто має місце утворення комплексних сполук іонів металів з природними полімерами; іноді можлива взаємодія з природними сорбентами.

Таким чином, у природі є багато механізмів самоочищення водойм від забруднювальних речовин. При встановленні нормативів скидів забруднювальних речовин у водні об'єкти, необхідно враховувати можливості їх хімічного перетворення у водному середовищі і не допускати у скидах речовин, які перешкоджають процесам самоочищення природних водойм.

Лекція № 6

Нормування якості води.

План лекції

1. Нормативи екологічної безпеки водокористування.
2. Нормативні показники якості води водних об'єктів.
3. Показники нормування забруднюючих речовин водних об'єктів.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Основним показником нормування забруднюючих речовин водних об'єктів є ГДК у воді водойми господарсько-питного та культурно-побутового водокористування $ГДК_В$, $ГДК_Д$, ГДС.

$ГДК_В$ – це концентрація шкідливої речовини у воді, яка не повинна чинити прямої або непрямої дії на організм людини протягом всього її життя, а також не впливати на здоров'я наступних поколінь і не повинна погіршувати гігієнічні умови водокористування.

Тобто, гранично допустима концентрація забруднюючої речовини у водоймі (річка, озеро, море, підземні води) відповідає рівню забруднення, яке виключає несприятливий вплив на організм людини та можливість обмеження або порушення нормальних умов господарсько-питного, культурно-побутового та інших видів водокористування.

$ГДК_Д$ **–** ГДК домішок у воді водного об'єкта – це такий нормативний показник, який включає несприятливий вплив на організм людини і можливість обмеження чи порушення нормальних умов господарсько-питного, побутового та інших видів водокористування.

Нормування скидів забруднювальних речовин у навколишнє середовище виконується шляхом встановлення гранично допустимих скидів забруднювальних хімічних речовин із стічними водами у водні об'єкти (ГДС).

ГДС – це маса речовин у стічних водах, максимально допустима до відведення з установленим режимом у даному пункті водного об'єкта за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води у контрольному пункті.

Нормативи скидів для підприємств встановлюються в сукупності значень ГДС для окремих діючих джерел і для тих джерел, що проектуються чи підлягають реконструкції. Для джерел, що проектуються або підлягають реконструкції нормативи визначаються на різних

стадіях проектування об'єктів. Для тих об'єктів, що вводяться в дію, нормативи ГДС повинні бути забезпечені на момент прийняття їх в експлуатацію.

При скидах у НПС речовин, для яких не встановлено ГДК, органи охорони природи мають право прийняти рішення про зупинення роботи підприємства або їхніх окремих виробництв. Введення в експлуатацію нових виробництв, у скидах яких містяться речовини без встановлених ГДК, заборонено.

Матеріали щодо ГДС, які подаються на погодження і затвердження, передбачають наявність клопотання, пояснювальної записки, результатів розрахунків нормативів ГДС та заходів щодо дотримання встановлених нормативів.

До нормативної бази оцінювання якості води входять загальні вимоги до складу і якості води та значення ГДК речовин у воді водних об'єктів.

Загальні вимоги визначають доступний склад і властивості води, які оцінюють фізичними, узагальненими хімічними та бактеріологічними показниками. Встановлено два види нормативів – санітарно-гігієнічні нормативи якості води (для потреб населення) та рибогосподарські нормативи. У цих нормативах науково обґрунтовано допустиму концентрацію забруднюючих речовин та показники якості води (загально фізичні, біологічні, хімічні, радіаційні), які не впливають прямо або опосередковано на життя та здоров'я населення.

Нормування якості води здійснюється за відповідними правилами і нормативними актами.

У відповідності із „Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами", прісні води суходолу поділяють на чотири категорії в залежності від характеру їх використання:

І категорія – водойми господарсько-питного водопостачання та підприємств харчової промисловості;

ІІ категорія – водойми культурно-побутового призначення, що використовуються для рекреації, заняття спортом тощо;

ІІІ категорія – водойми рибогосподарського призначення для збереження та нересту особливо цінних порід риб, які чутливі до кількості розчинного у воді кисню та кількості завислих речовин;

IVкатегорія - водойми рибогосподарського призначення для збереження інших порід риб та їх нересту.

Якість води – це сукупність фізичних, хімічних, біологічних та бактеріологічних показників, які задовольняють вимогам споживачів. Вимоги до якості води нормуються державними галузевими стандартами або технічними умовами. Екологічна оцінка якості природних вод дає інформацію про воду як складову водної екосистеми, життєве середовище гідробіонтів і важливу складову частину природного середовища людини.

У відповідності з категорією водойм, в місцях водокористування або водозабору при водоспоживанні, встановлені відповідні нормативи якості води, які об'єднані в дві групи: гігієнічні та санітарні.

Для *гігієнічної оцінки якості води* використовують наступні показники:

- кількість завислих речовин;
- температура;
- водневий показник;
- мінеральний склад води;
- концентрація розчиненого у воді кисню;
- біохімічне споживання кисню повне ($БСК_п$);
- хімічне споживання кисню (ХСК);
- наявність збудників хвороб тощо.

Для *санітарної оцінки якості води* використовують такі показники:

- граничнодопустимі концентрації забруднювальних воду речовин, з урахуванням лімітуючих ознак шкідливості;
- класи небезпеки хімічних речовин.

Норми показників якості води для кожної категорії враховують особливості використання або споживання вод, а для водойм рибогосподарського призначення враховується явище біо кумуляції та чутливість деяких гідробіонтів. Найвищі вимоги до якості води ставляться у водоймах I та III категорії.

Принцип встановлення нормування якості води пов'язаний з категорією водокористувачів, яких поділяють на дві категорії: використання води для потреб населення та для рибогосподарських цілей.

Для вод господарсько-питного і культурно-побутового призначення для нормування їх якості встановлюються $ГДК_{В}$ шкідливих речовин з урахуванням трьох показників шкідливості:

- органолептичного;
- санітарного (загальносанітарного);
- санітарно-токсикологічного.

Для вод рибогосподарського призначення (водокористування) – $ГДК_{ВР}$ з урахуванням п'яти показників шкідливості:

- органолептичного;
- санітарного (загальносанітарного);
- санітарно-токсикологічного;
- токсикологічного;
- рибогосподарського.

Лімітуючи ознака шкідливості (ЛОШ) – це одна з ознак шкідливості речовин, що забруднюють воду, яка визначає їхній переважний негативний вплив і характеризується найменшим значенням концентрації.

Кожна лімітуючи ознака шкідливості характеризує ту чи іншу властивість забруднювальних речовин, яка показує прояв їх шкідливої дії.

Найменша з нешкідливих концентрацій за трьома (п'ятьма) показниками шкідливості приймається за ГДК із зазначенням лімітуючого показника шкідливості. Деякі величини ГДК забруднювальних воду речовин наведені. З таблиці видно, що гранично допустима концентрація більшості забруднювальних речовин у водоймах I-II категорії вища. Це пояснюється різною кількістю лімітуючи показників шкідливості при встановленні величин ГДК і тим, що чутливими до дії забруднювальних речовин є ряд гідробіонтів.

$ГДК_{В}$ шкідливої речовини у воді водойми господарсько-питного та культурно-побутового водокористування – це концентрація шкідливої речовини, яка не чинить прямої або непрямої дії на організм людини впродовж всього її життя, а також не впливає на здоров'я наступних поколінь і не погіршує гігієнічних умов водокористування.

Гранично допустима концентрація у воді водойми рибогосподарського призначення ($ГДК_{ВР}$) – це концентрація шкідливої речовини у воді, яка не повинна чинити шкідливого впливу на популяції риб, у першу чергу, промислових.

Одного дотримання ГДК недостатньо для забезпечення якості води. Для гарантування якості води для кожного підприємства встановлюють *гранично допустимий скид (ГДС)* шкідливих речовин. *ГДС* – це маса забруднень у стічних водах, допустима для відведення з установленим режимом у певному пункті водного об'єкта за одиницю часу. ГДС виражають у грамах за секунду.

ГДС встановлюють з урахуванням ГДК шкідливих речовин у місцях водокористування (залежно від виду водокористування), асимілюючої здатності водного об'єкту, перспектив розвитку регіону і оптимального розподілу шкідливих речовин між водокористувачами, які

скидають стічні води. ГДС встановлюють для кожного джерела забруднення і кожного виду шкідливих домішок з урахуванням їх комбінованої дії. В основі визначення ГДС лежить методика розрахунку концентрацій забруднюючих речовин, створюваних джерелом у контрольних пунктах – розрахункових створах з урахуванням їх розбавлення, внеску інших джерел, перспектив розвитку (проектування джерел забруднення) тощо.

Загальний принцип встановлення ГДС має гарантувати досягнення встановлених норм якості води за найгірших умов розбавлення у водному об'єкті.

При скиданні стічних вод або при інших видах господарської діяльності, що впливають на стан водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового цілей, норми якості поверхневих вод мають дотримуватися на водотоках, починаючи зі створів, що розташовані за 1км вище найближчого за течією пункту водокористування, а на водоймах – на акваторії в радіусі 1 км від пункту водокористування. Найближчі пункти водокористування визначають органи санітарно-епідеміологічної служби.

При скиданні стічних вод або при інших видах господарської діяльності, що впливають на стан рибогосподарських водотоків або водойм, норми якості поверхневих вод повинні дотримуватися впродовж усієї ділянки водокористування, починаючи з контрольного створу, який визначають у кожному конкретному випадку, але далі як на відстані 500 метрів від місця скидання стічних вод абр розташування джерел забруднення поверхневих вод.

Для скидання стічних вод у межах населеного пункту ГДС встановлюють, виходячи із застосування нормативних вимог безпосередньо до самих стічних вод. При цьому необхідно керуватися тим, що використання водних об'єктів у межах населених пунктів віднесене до категорії комунально-побутового водокористування.

У випадку, коли значення ГДС за об'єктивних причин не може бути досягнутим, для таких підприємств (джерел забруднення) встановлюють тимчасово узгоджені обсяги скидів шкідливих речовин (ТУС) і вводять плани поетапного зменшення показників скидів шкідливих речовин до значень, які забезпечували дотримання ГДС.

Ступінь екологічної безпеки водних об'єктів $P_{еб}$ визначають:

$$P_{еб} = \frac{\sum П_ф(t)}{\sum П_н(t)} \le 1,$$

де $П_ф$ - фактичні значення показників якості води; $П_н$ - нормовані значення показників якості води; t - функція часу.

Лекція № 7

Методи оцінювання якості води

План лекції

1. Методи оцінювання якості води.
2. Нормативи гранично допустимих скидів забруднювальних речовин у водні об'єкти. Методичні і організаційні основи встановлення ГДС речовин.
3. Поняття «Водний слід» та «Віртуальна вода».

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

З. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Методи оцінювання якості води. У гідрохімічні практиці використовують *метод інтегрального оцінювання якості води* за сукупністю забруднюючих речовин та частотою їх виявлення.

У цьому методі для кожного інгредієнта на підставі фактичних концентрацій (C_i) розраховують бали кратності (K_i) перевищення гранично допустимої концентрації забруднюючих речовин для водойм рибогосподарського призначення $(ГДК_{BP})$ та повторюваність випадків перевищення $ГДК_i(H_{ГДК_i})$, а також оціночний бал B_i.

$$K_i = \frac{C_i}{ГДК_i};\quad H_i = \frac{H_{ГДК_i}}{N_i};\quad B_i = \frac{K_i}{H_i},$$

де $K_{i,}, H_i, B_i$ - лімітуючи показники забрудненості (ЛПЗ); C_i- фактичні концентрації забруднюючих речовин у воді; $ГДК_i$ - гранично допустима концентрація $i-го$ інгредієнта для водойм рибогосподарського призначення; $H_{ГДК_i}$ - кількість випадків перевищення ГДК за $i-м$ інгредієнтом; N_i - загальна кількість вимірювань $i-го$ інгредієнта.

Інгредієнти, для яких величина загального оціночного бала більша або дорівнює одинці, виокремлюються як ЛПЗ. Комбінаторний індекс забрудненості розраховують як суму оціночних концентрацій у воді $i-го$ інгредієнта, що визначається за формулою:

$$I_k = \sum_{i=1}^{n} B_i .$$

За величиною комбінаторного індексу забрудненості встановлюють клас забрудненості води.

Так як точно оцінити комплексну дію шкідливих речовин у воді неможливо, тому застосовують *метод оцінювання сумарного ефекту впливу на санітарний стан водойм* кількох шкідливих речовин за умовою:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + ... + \frac{C_n}{ГДК_n} \le 1,$$

де $C_1, C_2, ..., C_n$ - концентрація шкідливих речовин у воді водойм, мг/л; $ГДК_1, ГДК_2, ..., ГДК_n$ - гранично допустимі концентрації, мг/л.

Якість води та порівняння сучасного стану водного об’єкту зі встановленими в минулі роки характеристиками оцінюють, використовуючи індекс забрудненості води (ІЗВ) за гідрохімічними показниками. Цей індекс є формальною характеристикою і розраховується усередненням як мінімум п’яти індивідуальних показників якості води водного об’єкту. Обов’язковим для врахування є:

- концентрація розчиненого у воді кисню;
- показник кислотності pH;
- величина біологічного споживання кисню (БСК).

При здійсненні контролю за станом вод та стоків використовують фізичні, хімічні, біологічні та органолептичні методи:

- фізичні методи - для визначення прозорості, каламутності, кількості завислих часток та електропровідності води;

- хімічні – для визначення кислотності, лужності вмісту у воді металів, солей, органічних та синтетичних речовин;

- бактеріологічний аналіз здійснюють за допомогою біотестування.

Також для визначення ступеня забрудненості води здійснюють *комплексне оцінювання рівня забрудненості води за заданою лімітуючою ознакою шкідливості*. При цьому використовують чотири критерії шкідливості, по кожному з яких сформовано певну групу речовин і специфічних показників якості води:

- критерій санітарного режиму (W_c) враховує розчинний кисень, $БСК_5$, ХСК і специфічні забруднення, що нормуються за впливом на санітарний режим;

- критерій органолептичних властивостей (W_{op}) - враховує запах, завислі речовини, ХСК і специфічні забруднення, що нормуються за органолептичною ознакою шкідливості;

- епідеміологічний критерій (W_e) - враховує небезпеку мікробного забруднення;

- критерій санітарно-токсикологічного забруднення (W_{cm}) - враховує ХСК і специфічні забруднення, що нормуються за санітарно-токсикологічною ознакою.

Одні й ті ж самі показники можуть входити одночасно до кількох груп шкідливості. Комплексну оцінку розраховують окремо для кожної лімітуючої ознаки шкідливості за формулами:

$$W = 1 + \frac{\sum_{i=1}^{n}(\delta_i - 1)}{n}; \quad \delta_i = \frac{C_i}{N_i},$$

де W - комплексна оцінка рівня забруднення води за даною ЛОШ; n - кількість показників, що використовується для розрахунків; C_i - фактична концентрація забруднювальної речовини; N_i - нормативне значення одиничного показника (найчастіше $N_i = ГДК_i$); δ_i - кратність перевищення фактичної концентрації $i-го$ інгредієнта у воді до нормативного значення одиничного показника.

Якщо $\delta_i < 1$, тобто концентрація речовини менше нормативного значення, то приймається $\delta_i = 1$. Розчинний кисень нормується за нижнім рівнем значення, тобто його вміст повинен бути меншим за 4мг/л, тому при значення <4 мг/л для роз чинного кисню приймається

$$\delta_i = 1 + 10\frac{(N_i - C_i)}{N_i}.$$

Окрім розрахункових показників використовується традиційна класифікаційна таблиця діапазонів значень комплексних оцінок W.

Ступінь забруднення водойм залежно від значень комплексних показників W

Рівень забруднення	Критерій забруднення за величинами комплексних оцінок			
	Органо-лептичний (W_{op})	Санітарний режим (W_c)	Санітарно-токсикологічний (W_{cm})	Епідеміологічний (W_e)
допустимий	1	1	1	1
помірний	1,0-1,5	1,0-3,0	1,0-3,0	1,0-10,0
високий	1,5-2,0	3,0-6,0	3,0-10,0	10,0-100,0
занадто високий	> 2,0	> 6,0	> 10,0	> 100,0

Для оцінки ступеня забрудненості води токсичними речовинами використовується екотоксикологічний критерій $X_{токс}$, що являє собою суму відношень перевищень концентрації відповідних забруднювачів (C_i) до їх гранично допустимих концентрацій $(ГДК_i)$:

$$X_{токс} = \sum_{i=1}^{n} \frac{C_i}{ГДК_i}.$$

Особливим чином оцінюють групи показників - сульфат-іонів, вмісту завислих речовин та загальної мінералізації, за якими кратність перевищення концентрацій належить не до $(ГДК_i)$, а до максимальних фонових значень $X_ф$:

$$X_ф = \sum_{i=1}^{n} \frac{C_i}{C_{ф\max_i} - 1}.$$

Для оцінки евтрофованості вводиться спеціальний показник евтрофікації $X_{евтр}$:

$$X_{евтр} = K \frac{C_P}{C_{фP} - 1},$$

де C_P, $C_{фP}$ - це фактичні та фонові значення концентрацій мінерального фосфору; К – додатковий коефіцієнт, що залежить від оцінки стану водойми (для мезотрофних водойм $K = 2$, для евтрофних - $K = 3$).

Загальний індекс забруднення визначається

$$X_{заг} = X_{токс} + X_ф + X_{евтр}.$$

Крім терміна **«Вуглецевий слід»** («Carbon Footprint») існує термін **«Водний слід»** («Water Footprint»), який відображає обсяг води, який витрачається при виробництві різних товарів або наданні послуг.

Визначення «Водний слід», як правило, застосовується у відношенні споживача води (людини, організації, країни) і враховує джерело споживаної води, а також час/інтенсивність споживання.

Крім «Водного сліду» зустрічається й інше близьке йому (більш спрощене) поняття - «Віртуальна вода», яке включає в себе тільки витрати води на всіх стадіях виробництва будь якого товару або послуги.

Лекція № 8

Нормування якості ґрунтів.

План лекції

1. Загальні відомості про літосферу Землі.
2. Роль ґрунтів як компонентів навколишнього середовища.
3. Нормування забруднювальних речовин у ґрунті.
4. Оцінювання рівня хімічного забруднення ґрунтів.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Роль ґрунтів у біосфері. Ґрунти є першоджерелом всіх матеріальних благ, тому що вони являють собою незамінний природний ресурс і головним завданням охорони навколишнього природного середовища є підтримка здатності ґрунтів до самовідновлення в процесі ґрунтоутворення.

Ґрунти становлять велику цінність не лише тому, що це основне джерело отримання продуктів харчування, але і:

- ґрунти виконують роль природних фільтрів, а саме, беруть активну участь в очищенні природних і стічних вод;
- ґрунтово - рослинний покрив виконує роль регулятора водного балансу суходолу, оскільки він поглинає, утримує і перерозподіляє значну кількість атмосферної вологи;
- ґрунти є універсальним біологічним фактором і нейтралізатором багатьох видів забруднень.

У результаті своєї діяльності людина створює і штучні ґрунти – переміщені чи створені маси гірських порід, відвали, насипи, намивні ґрунти, шлаки, золи тощо. Цей процес отримав такі широкі масштаби, що його можна порівняти із природним ґрунтоутворенням.

Характерною особливістю ґрунтів є те, що забруднення переміщуються в них природним шляхом значно повільніше, ніж у гідросфері і атмосфері. Тому відбувається концентрування токсичних речовин і подальша міграція їх у різні середовища в процесі біологічного та геохімічного колообігів речовин. Внаслідок інтенсивного надходження ксенобіотиків порушується динамічна рівновага цих природних циклів, які складалися впродовж мільйонів років. У результаті хімічної взаємодії забруднювальних речовин відбувається їх трансформація з утворенням нових хімічних сполук, що часто бувають більш токсичними, ніж вихідні забруднювальні речовини.

Нормування якості ґрунтів. Принцип нормування вмісту шкідливих речовин в ґрунті базується на тому, що потрапляння їх в організм проходить через суміжні з ґрунтом середовища – повітря, вода, а також через рослини. Нормативи ГДК$_Г$ розроблені для речовин, які можуть мігрувати в атмосферне повітря або ґрунтові води, знижувати врожайність або погіршувати якість сільськогосподарської продукції. Для характеристики забруднювальних речовин вводяться відповідні показники, що визначені експериментально:

- *МА* – міграційний повітряний показник шкідливості, який характеризує здатність забруднювальної речовини переходити із орного шару ґрунту в атмосферу;
- *МВ* – міграційний водний показник шкідливості, який характеризує перехід забруднювальної речовини із орного шару ґрунту в ґрунтові води або поверхневі водні об’єкти;
- *ТЛ* – транслокаційний міграційний показник шкідливості, який характеризує здатність забруднювальної речовини переходити із орного шару ґрунту через кореневу систему в зелену масу і плоди рослин.

Крім того, вводиться загальносанітарний ***ЗС*** показник шкідливості, який характеризує здатність забруднювальної речовини впливати на самоочисну здатність ґрунтів та ґрунтовий мікробіоценоз.

Основні поняття та означення щодо хімічного забруднення ґрунтів визначені в ДСТУ 3980-2000. Ґрунти. Фізико-хімія ґрунтів. Терміни та визначення.

ГДК$_{ГР}$ – це концентрація шкідливої речовини у верхньому орному шарі ґрунту, яка не повинна чинити прямого або опосередкованого негативного впливу на контактуючі з ґрунтом

середовища (атмосфера та гідросфера), на здоров'я людини та на само відновлювану властивість ґрунту.

$ГДК_{ГР}$ розроблено для речовин, що можуть мігрувати в атмосферне повітря або ґрунтові води, знижувати врожайність або погіршувати якість сільськогосподарської продукції, а також продуктів харчування рослинного походження.

Крім ГДК, застосовують показник орієнтовно допустимої кількості (ОДК) забруднюючої ґрунти хімічної речовини, яку визначають розрахунковим шляхом.

Нормативи вмісту забруднюючих речовин у ґрунті (як нормативні показники якості ґрунту) розробляють за трьома напрямками:

- нормування вмісту шкідливих хімічних речовин в орному шарі ґрунту;
- нормування накопичення токсичних речовин на території підприємства;
- нормування забруднення ґрунту в житлових районах, переважно в місцях збереження побутових відходів.

Для ґрунтів, як для повітря та водойм, у випадку, коли для речовин не встановлено $ГДК_{ГР}$, внаслідок недостатньої інформації про метаболізм і токсичність речовин, встановлюються тимчасово допустима концентрація ($ТДК_{ГР}$) хімічної речовини в орному шарі ґрунту розрахунковим шляхом.

Важливим елементом комплексу заходів щодо збереження ґрунтів є гігієнічне регламентування їх забруднення. Нормувати вміст хімічних речовин у ґрунтах почали лише з 1976 року. При цьому термін «гранично допустима кількість речовини, що забруднює ґрунти» означає частку хімічної речовини, що забруднює ґрунти (мг/кг) і не чинить прямої або опосередкованої дії, виключаючи віддалені наслідки для НПС та здоров'я людини.

Номенклатура ГДК хімічних речовин у ґрунті складає декілька видів найменувань. *За ступенем шкідливості* хімічні речовини за умови їх систематичного проникнення у ґрунти розташовуються у наступній послідовності:

- пестициди та їх метаболіти;
- важкі метали;
- мікроелементи;
- нафтопродукти;
- сірчисті сполуки;
- речовини органічного синтезу.

В ґрунтах нормуються в основному вміст пестицидів, тобто отрутохімікатів, які використовуються для боротьби із шкідниками, хворобами, бур'янами, паразитами, гризунами – інсектициди, фунгіциди, гербіциди, акарициди тощо. Деякі нормативи вмісту пестицидів наведені в *таблиці*

Нормативи вмісту пестицидів в ґрунті та допустимих залишкових кількостях в продуктах харчування

ІНСЕКТИЦИД	$ГДК_{ГР}$, мг/кг	ДЗК, мг/кг
Хлорофос	0,5	1,0
Карбофос	2,0	1,0-3,0
Дихлордифенилтрихлоретан (ДДТ)	0,1	0,5
Гексахлоран	1,0	1,0
n-ізомер гексахлорану	1,0	2,0
Поліхлорпинен	0,5	0,0
Поліхлоркамфен	0,5	0,1
Севин	0,05	0,0

*ДЗК – допустима залишкова кількість

Значення ГДК хімічних речовин у ґрунті

Назва речовини	ГДК, мг/кг	Назва речовини	ГДК, мг/кг
МЕТАЛИ		**НЕОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ**	
Ванадій	150	Нітрати	130,0
Кобальт (рухлива форма)	5,0	Миш'як	20,0

Марганець, вилучений з чорнозему та дерново-підзолистого ґрунту,
pH = 4;
pH = 5,1-5,9;
pH = 6;
	
	700,0
	300,0
	400,0
	500,0
		Сірководень	0,4

Мідь (рухлива форма)	3,0	Фосфор (суперфосфат)	200,0
Нікель	4,0	Фториди	10,0
Ртуть	2,1	**АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ**	
Свинець	32,0	Бензол	0,3
Свинець (рухлива форма)	6,0	Ізопропілбензол	0,5
Хром	6,0	Ксилоли	0,3
Цинк	23,0	Стирол	0,1
		Толуол	0,3
ДОБРИВА ТА ПАР			
Рідкі комплексні добрива з додаванням марганцю	80,0	Азотно-калійні добрива	120,0
Поверхнево-активні речовини	0,2		

Оцінку екологічного стану ґрунтів можна отримати за допомогою даних, що характеризують рівень пестицидного навантаження. Для більшої об'єктивності необхідно мати інформацію про залишкову кількість пестицидів у ґрунтах і рослинах. Рівень забрудненості ґрунтів та рослинної маси залишками пестицидів визначають шляхом порівняння фактичного вмісту пестицидів у ґрунті або у сільськогосподарській продукції з ГДК. Перевищення фактичного вмісту залишкової кількості пестицидів відносно ГДК *є показником небезпечності екологічної ситуації*.

Головним питанням нормування антропогенного навантаження на ґрунти є оцінка їх забрудненості. За величиною зон та рівнем забруднення виділяють:

- фонове забруднення ґрунтів – це такий вміст забруднювальних речовин у ґрунті, який відповідає або є близьким до природного хімічного складу ґрунту;
- локальне забруднення ґрунтів – це забруднення ґрунту поблизу одного або сукупності декількох джерел забруднення;
- регіональне забруднення ґрунтів – це забруднення ґрунтів, яке виникає внаслідок переносу забруднювальних речовин на відстань не більше 40 км від техногенних і не більше 10 км від сільськогосподарських джерел забруднень;

- глобальне забруднення ґрунтів – це забруднення ґрунтів, яке виникає внаслідок дальнього переносу забруднювальних речовин на відстань понад 1000 км від будь-якого джерела забруднення.

Лекція № 9

Оцінка забрудненості ґрунтів.

План лекції

1. Оцінювання рівня хімічного забруднення ґрунтів.
2. Оцінювання санітарного стану ґрунтів.
3. Нормативи вмісту пестицидів у ґрунті, допустимі залишкові кількості у продуктах харчування.
4. Оцінювання рівня хімічного забруднення ґрунтів.
5. Інтегральний показник по елементного забруднення ґрунту.
6. Сумарний показник забрудненості ґрунтів.
7. Охорона земель.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Нормативи оцінок пестицидного забруднення ґрунтів

Тип екологічної ситуації	Залишкова кількість пестицидів, кг/га	У ґрунті	У рослинах
Сприятлива	<3	не виявляється	не виявляється
Задовільна	3-4	<ГДК	<ГДК
Передкризова	4-5	<ГДК	<ГДК
Кризова	5-6	1,1-1,5 ГДК	1,1-1,5 ГДК
Катастрофічна	>6	1,6-10 ГДК	1,6-10 ГДК

Найбільш небезпечними для ґрунтів є хімічні забруднення, ерозія та засолення.

За ступенем забрудненості ґрунти поділяють на:

- сильно забруднені – це ґрунти, в яких вміст забруднюючих речовин в кілька разів перевищує $ГДК_Г$; для них характерна низька біологічна продуктивність та істотні зміни їх фізико-хімічних, хімічних і біологічних показників;

- середньо забруднені – для таких ґрунтів характерне незначне перевищення $ГДК_Г$ забруднюючих речовин, що не призводять до помітних змін їх властивостей;

- слабко забруднені – в таких ґрунтах вміст шкідливих речовин не перевищує $ГДК_Г$, але перевищує їх фонову концентрацію.

Оцінювання рівня хімічного забруднення ґрунтів. Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів проводиться за наступними показниками.

1. Коефіцієнт концентрації ґрунту:

$$K_C = \frac{C}{C_\phi} \text{ або } K_C = \frac{C}{C_{ГДК}},$$

де С – загальний вміст забруднювальних речовин, мг/кг; C_ϕ - середній фоновий вміст забруднювальних речовин, мг/кг; $C_{ГДК}$ - гранично допустима концентрація забруднювальних речовин.

2. Інтегральний показник по елементного забруднення ґрунту:

$$K_{cj} = \sum_{j=1}^{n} \frac{C_j}{C_{\phi j}},$$

де C_j - сума контрольних забруднювальних речовин; $C_{\phi j}$ - сума фонового вмісту забруднювальних речовин.

3. Коефіцієнт зворотної реакції ґрунтів на динаміку забруднення

$$K_p = \frac{A - A_\phi}{A_\phi},$$

де A, A_ϕ - параметри, які контролюються в забрудненій та фоновій пробах.

Оскільки ґрунти часто забруднені кількома елементами, то для них розраховують сумарний показник забрудненості, що відображає комплексний ефект впливу всієї групи елементів

$$Z_c = \left(\sum_{s=1}^{n} K_{C_s} \right) - (n-1),$$

де Z_c - сумарний показник забрудненості ґрунтів; K_{C_s} - коефіцієнт концентрації i-го хімічного елемента в пробі ґрунту; n - кількість врахованих хімічних елементів.

Сумарний показник забрудненості може бути визначений як для всіх елементів однієї проби, так і для ділянки територій за геохімічною вибіркою.

Небезпечність забруднення ґрунтів комплексом хімічних елементів оцінюють за показником Z_c, користуючись шкалою, градація якої розроблена на підставі вивчення стану здоров'я населення, яке мешкає на територіях з різними рівнями забрудненості ґрунтів, *таблиця*

Орієнтовна оціночна шкала небезпечності забруднення ґрунтів за сумарним показником Z_c

Категорія забруднення ґрунту	Z_c	Зміна показників якості здоров'я мешканців у зонах забруднення ґрунтів
Допустима	≤ 16	Найнижчий рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень у дорослого населення
Помірно небезпечна	16-32	Підвищення загального рівня захворюваності
Небезпечна	32- 128	Підвищення загального рівня захворюваності, кількості дітей з хронічними захворюваннями, порушення функціонування серцево-судинної системи
Дуже небезпечна	> 128	Підвищення захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції у жінок

За ступенем стійкості до стічних забруднень і характером зворотної реакції ґрунти поділяються на дуже стійкі, середньостійкі, малостійкі. Ступінь стійкості ґрунтів до хімічних забруднень характеризується такими показниками, як гумусний склад ґрунту, кислотно-основні властивості, окислювально-відновлювальні властивості, катіонно-обмінні властивості, біологічна активність, рівень ґрунтових вод, частка речовин, що знаходяться в розчиненому стані тощо.

Важливим критерієм (показником) нормування якості ґрунтів є їх санітарний стан, який оцінюють за такими показниками:

- санітарно-хімічна оцінка – санітарне число, кислотність, БСК, вміст сульфат - і хлорид-іонів, тощо;
- санітарно-ентомологічна оцінка – чисельність комах;
- санітарно-гельмінтологічна оцінка – чисельність гельмінтів;
- санітарно-бактеріологічна оцінка – бактерії кишкової групи та інші мікроорганізми, які можуть викликати захворювання людини або домашніх тварин.

Оціночні показники санітарного стану ґрунту населених пунктів та сільськогосподарських угідь

Оцінка якості ґрунту	Найменування показників				
	Кількість личинок та лялечок в 0,25 $м^3$ ґрунту, екз.	Кількість яєць гельмінтів в 1 кг ґрунту, екз.	Колі - титр	Титр анаеробних бактерій	Санітарне число
Чистий	0	0	1 і більше	0,1 і більше	0,98-1,0
Слабо забруднений	одиничні	до 10	1,0-0,01	0,1-0,001	0,85-0,98
Забруднений	10-25	11-100	0,01-0,001	0,001-0,00001	0,70-0,85
Сильно забруднений	> 25	> 100	0,001 і менше	0,00001 і менше	0,7 і менше

Ця номенклатура показників повинна застосовуватися при розробці нормативно-технічної документації з охорони ґрунтів від забруднень, а також при контролі стану ґрунтів.

В зоні впливу промислових підприємств у міру наближення до джерела викидів урожайність зернових культур зменшується на 20-30%, соняшника – 15-20%, овочів – 25-30%, кормових культур – 23-28%% і плодових – 15-20%.

Природні процеси (міграція, перетворення, розклад, вимивання, вивітрювання, сонячна радіація, кліматичні умови тощо) сприяють самоочищенню ґрунтів. Захисна здатність ґрунтів до самоочищення має певні межі, які необхідно враховувати під час організації виробничої та господарсько-побутової діяльності. Для самоочищення ґрунтів, а також їх відновлення потрібно багато часу, який залежить від характеру забруднення та природних умов. Процес самоочищення ґрунтів триває від декількох днів до декількох років, а процес відновлення порушених земель – сотні років.

Правовий режим використання, відновлення та охорони земель в Україні полягає у створенні системи правових, організаційних, економічних, екологічних та інших заходів щодо охорони земельних ресурсів, а саме:

- раціональне використання земель;
- запобігання необґрунтованому вилученню земель сільськогосподарського призначення;
- захист земель від шкідливого антропогенного впливу;

- відтворення і підвищення родючості ґрунтів;
- підвищення продуктивності земель лісового фонду;
- забезпечення особливого режиму використання земель природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення.

Зміст «Охорона земель» включає:

- обґрунтування і забезпечення досягнення раціонального землекористування;
- захист сільськогосподарських угідь, лісових земель і чагарників від необґрунтованого їх вилучення для інших потреб;
- захист земель від ерозії, селів, підтоплення, заболочування, вторинного засолення, переосушування, ущільнення, забруднення відходами виробництва, хімічними та радіоактивними речовинами та від інших несприятливих природних і техногенних процесів;
- збереження природних водно-болотних угідь;
- попередження погіршення естетичного стану та екологічної ролі антропогенних ландшафтів;
- консервацію деградованих і малопродуктивних сільськогосподарських угідь.

Лекція № 10

Нормування якості харчових продуктів.

План лекції

1. Харчування – біологічна потреба людини. Якість харчового продукту.
2. Критерії якості забрудненості харчових продуктів.
3. Санітарно-гігієнічне нормування забрудненості харчових продуктів.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Харчування – біологічна потреба людини. Основою всіх життєвих процесів в організмі людини є постійний обмін речовин між організмом і навколишнім природним середовищем. Із довкілля людина споживає кисень, воду й харчові продукти. Харчові продукти є необхідною умовою життя людини. їх роль полягає у поповненні енергії і тканинних елементів, необхідних для росту, розвитку та функціонування організму, забезпечення обмінних процесів, нормального стану здоров’я та працездатності. Саме завдяки харчуванню забезпечується безперервність перебігу двох протилежних і взаємопов’язаних процесів - асиміляції та дисиміляції.

Харчові продукти поділяють на продукти рослинного і тваринного походження. Найбільш розповсюджені продукти рослинного походження - злакові та продукти їх переробки, фрукти, ягоди, гриби. До продуктів тваринного походження належать м’ясо, риба, яйця, молоко і молочні продукти.

Енергетична цінність - показник, який характеризує частку енергії, що може вивільнитися з харчових продуктів у процесі біологічного окислення і використовуватися для забезпечення фізіологічних функцій організму людини.

Продовольча сировина - продукція рослинного, тваринного, мінерального, синтетичного чи біотехнологічного походження, що використовується для виробництва харчових продуктів.

Якість харчового продукту - сукупність властивостей харчового продукту, що визначає його здатність забезпечувати потреби організму людини в енергії, поживних та смакоароматичних речовинах, стабільність складу і споживчих властивостей протягом терміну придатності.

Якість можна вважати одним з основних аспектів продовольчої безпечності. Важливо враховувати систему продовольчої безпеки за функціональними показниками якості харчових продуктів або систему безпечності, яка дає можливість виключити ризик отримання неякісної продукції.

Проблеми харчування людини тісно пов'язані з якістю і безпечністю харчових продуктів. Поняття якості включає інтегральну сукупність властивостей, здатних задовольнити за допомогою цього продукту необхідні потреби людини. Пріоритетними показниками якості вважаються органолептичні властивості продукту, його харчова цінність і безпечність. Безпечність пов'язана з імовірністю забруднення продовольчої сировини і харчових продуктів ксенобіотиками хімічного та біологічного походження у зв'язку зі зміною екологічної обстановки, антропогенною дією, використанням недозволених продуктів, стимуляторів або інгібіторів у рослинництві і тваринництві тощо.

Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів» (№ 771/97-ВР від 23.12.1997, зі змінами та доповненнями) регулює відносини між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями (постачальниками) та споживачами харчових продуктів і визначає правовий порядок забезпечення безпечності та якості харчових продуктів, що виробляються, знаходяться в обігу, імпортуються та експортуються.

Відповідно до цього закону *безпечність харчового продукту* – це стан харчового продукту, що є результатом діяльності з виробництва та обігу, яка здійснюється з дотриманням вимог, встановлених санітарними заходами та/або технічними регламентами, та забезпечує впевненість у тому, що харчовий продукт не завдає шкоди здоров'ю людини (споживача), якщо він спожитий за призначенням.

А *безпечний харчовий продукт* - харчовий продукт, який не створює шкідливого впливу на здоров'я людини безпосередньо чи опосередковано за умов його виробництва та обігу з дотриманням вимог санітарних заходів та споживання (використання) за призначенням.

Раціональне харчування - це харчування, яке забезпечує постійність внутрішнього середовища організму і всі його життєві прояви за різних умов праці та побуту.

Модернізація систем безпечності і якості харчових продуктів тваринного й рослинного дасть змогу забезпечити продовольчу безпеку країни в умовах євроінтеграції аграрного сектора економіки, підвищити конкурентоспроможність вітчизняної сільськогосподарської продукції на міжнародному ринку. В Україні для цього напрацьована певна законодавча база – це Закони: "Про безпечність та якість харчових продуктів", "Про ветеринарну медицину" від 16.11.2006 № 361-V; "Про карантин рослин" від 19.01.2006 № 3369-IV тощо. Вони є гармонізованими до міжнародних вимог, Угоди СОТ про застосування санітарних та фітосанітарних заходів тощо. На сьогодні в харчовій промисловості розроблено більше 400 національних стандартів на харчову продукцію, гармонізованих до міжнародних і європейських стандартів.

До основних пріоритетів щодо якості та безпеки продуктів харчування відносять:

- контроль за якістю та безпекою продовольчої сировини і супутніх матеріалів, харчових продуктів, особливо дитячих;

- контроль за безпекою імпортної продукції, особливо виготовленої на основі генетично модифікованих організмів (обов'язкове маркування такої продукції);

- подальше удосконалення нормативно-правової бази, зокрема розроблення національних медико-біологічних вимог і санітарних норм якості продовольчої сировини та харчових продуктів;

- надання громадянам юридичної підтримки у відшкодуванні їм матеріальних і моральних збитків у разі заподіяння шкоди від вживання небезпечних продуктів харчування;

- організація санітарної просвіти населення щодо профілактики харчових отруєнь та аліментарної профілактики негативного впливу дії чинників довкілля.

В наш час проблема харчової експертизи знаходиться в центрі уваги міжнародних організацій: ВООЗ, ФАО, ЮНЕП, ISO тощо.

Сучасні методи досліджень дозволили встановити такі дози забруднення продуктів харчування, про які раніше не підозрювали навіть науковці, що дозволило зробити висновок про те, що абсолютно безпечних продуктів не існує, оскільки практично не існує жодного їхнього компонента, який не був би безпечним для тієї чи іншої категорії населення. В свою чергу це дозволило перепровірити рівні ризику і встановити інші допустимі концентрації забруднюючих речовин.

Закон України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» зі змінами №44 (371) від 5 листопада 2002 року регулює відносини між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями (постачальниками) і споживачами під час розробки, виробництва, ввезення харчових продуктів на митну територію України, їх закупівлю, використання, споживання та утилізацію.

Відповідно до цього закону, державне нормування показників якості харчових продуктів, продовольчої сировини і супутніх матеріалів проводиться шляхом встановлення норм цих показників у нормативно-правових актах, стандартах та інших нормативних документах на продукцію і здійснює центральний орган виконавчої влади в галузі охорони здоров'я шляхом затвердження санітарних норм або розроблення технічних регламентів на продовольчу продукцію.

Запровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на базі концепції НАССР (Системи аналізу ризиків та контролю (регулювання) у критичних точках)

надає підприємству змогу:

- гарантувати випуск безпечної продукції за рахунок систематичного контролю на всіх стадіях виробництва;

- належним чином керувати всіма небезпечними чинниками, які загрожують безпечності харчових продуктів – запобігати, усувати чи мінімізувати їх;

- гарантувати, що харчові продукти є безпечними на момент їх споживання в їжу;

- забезпечити належні гігієнічні умови виробництва у відповідності з міжнародними нормами;

- демонструвати відповідність застосовним законодавчим та нормативним вимогам щодо безпечності харчових продуктів;

- укріпити довіру споживачів, замовників та органів нагляду до продукції, що виробляється та підвищити імідж підприємства;

- розширити мережу споживачів продукції та вийти на закордонні ринки;

- підвищити відповідальність персоналу за випуск безпечної продукції та забезпечити розуміння всіма робітниками підприємства першорядної важливості аспектів безпечності продукції;

Концепцію НАССР і настанови щодо її застосування викладено в стандарті Комісії Кодекс Аліментаріус CAC/RCP 1–1969 (Rev. 4–2003) «Рекомендований міжнародний звід правил гігієни харчових продуктів» і Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), яка є

найважливішим міжнародним інформаційним центром, що розробляє стандарти харчової безпеки.

Пізніше на базі концепції НАССР було розроблено стандарти, які застосовуються в окремих країнах і регіонах або в окремих ланках харчового ланцюга.

Основною розбіжністю у вітчизняному та європейському законодавстві є відношення до таких категорій як якість та безпека продукту. В країнах ЄС якість харчових продуктів - це категорія суто комерційна, яка не підлягає контролю з боку держави. В Україні якість та безпека харчових продуктів єдине ціле і тільки в такому разі продукція відповідає вітчизняним стандартом. Важливим є збереження українських смакових і технологічних традицій.

Добре розроблена та організована система може і повинна забезпечувати високу якість і безпечність харчових продуктів, умови для підвищення взаємної довіри і створення цивілізованого ринку в Україні.

Лекція № 11

Забруднення харчових продуктів і продовольчої сировини.

План лекції

1. Забруднення харчових продуктів і продовольчої сировини.
2. Нормативи вмісту нітратів у харчових продуктах і продовольчій сировині.
3. Нормативи пестицидного забруднення харчових продуктів.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Забруднення харчових продуктів і продовольчої сировини. За оцінками вчених, з їжею до організму надходить понад 70% усіх забруднювачів. При розбалансованому харчуванні, дефіциті його найважливіших компонентів (білків, незамінних аміно- і жирних кислот, мікроелементів, вітамінів) зростає небезпека несприятливого впливу забруднених продуктів на життєві функції організму, на здоров'я в цілому.

За безпечністю і придатністю до споживання харчові продукти умовно розділяють на такі групи:

- продукти, призначені для харчування без обмежень - повноцінні харчові продукти, які мають гарні органолептичні властивості, нешкідливі для здоров’я і відповідають вимогам нормативної документації за гігієнічними показниками;

- продукти, придатні для харчування, але зниженої якості - це продукти, які мають будь-який недолік або не відповідають вимогам нормативної документації за окремими показниками. Але ці недоліки не погіршують органолептичних властивостей продукту і не роблять його небезпечним для здоров’я споживачів. Наприклад, менший, порівняно зі стандартним, вміст жиру у сметані, молоці питному, підвищений вміст вологи у сирі сичужному чи

кисломолочному тощо. Ці продукти допускаються до реалізації за умови повідомлення споживача про їх знижену харчову цінність.

- умовно придатний продукт - продукт, що має недоліки, які не дають можливості використовувати його у харчуванні населення. Тобто спостерігається погіршення органолептичних властивостей, забруднення патогенними мікроорганізмами чи їх токсинами, пестицидами тощо. Уповноважені особи повинні чітко визначати шляхи перероблення або знищення такої продукції;

- фальсифікований продукт - продукт, природні властивості якого змінено з метою введення в оману споживача. Наприклад, фруктові напої із концентратів, води, цукрозамінників і барвників з маркуванням “соки”, вершкове масло із заміною молочного жиру рослинним з маркуванням “солодковершкове масло” тощо. Такі продукти не підлягають реалізації і після узгодження з санітарними установами використовуються на корм худобі або переробляються на технічні цілі;

- продукти-сурогати виробляються для заміни природних. Такі продукти зовнішньо не відрізняються від натуральних за виглядом, смаком, кольором, але переважно мають знижену харчову цінність (штучна ікра, кава зі злакових тощо). Сурогати надходять у реалізацію, якщо вони нешкідливі для здоров’я людини і якщо споживача проінформовано про їх склад і походження.

Забруднення, що надходять з довкілля, характеризуються різною структурою і властивостями та здатністю до біокумуляції. До них належать канцерогенні багатоядерні ароматичні вуглеводні, бенз(а)пірен, антрацен тощо. Особливо шкідливі сполуки (переважно канцерогенні) можуть утворюватися внаслідок порушення технології термічної обробки.

З метою запобігання утворенню шкідливих речовин та зменшення їх кількості в харчових продуктах слід чітко виконувати агротехнічні заходи і вимоги технологічних регламентів, що забезпечить вирощування якісної сировини та виготовлення з неї якісних харчових продуктів. Необхідно уникати утворення нових шкідливих речовин у процесі технологічної та кулінарної обробки й зберігання, не допускати змін харчової цінності, смаку, аромату та інших органолептичних властивостей продуктів харчування внаслідок дії сторонніх речовин.

Забруднення харчових продуктів зумовлюють харчові отруєння, які поділяють на бактеріальні, небактеріальні та мікотоксикози.

Бактеріальні отруєння - це токсикоінфекційні отруєння, спричинені мікроорганізмами групи сальмонел. Ці захворювання виникають у результаті споживання заражених мікробами м’ясних, молочних, рибних та рослинних продуктів, яєць качок та гусей тощо. До бактеріальних отруєнь належать також отруєння, спричинені стафілококами. Ці захворювання пов’язані зі вживанням недоброякісних продуктів (молока, сиру, консервів, кондитерських виробів, морозива тощо).

Небактеріальні отруєння пов’язані з потраплянням у харчові продукти хімічних отруйних речовин та радіонуклідів. Наприклад, пестициди потрапляють із сільськогосподарськими продуктами (зерном, овочами, фруктами тощо), деякі важкі метали (свинець, мідь, цинк, нікель, ртуть тощо) можуть переходити в продукти харчування з посуду, пакувальної тари тощо.

Мікотоксикози - це отруєння, спричинені мікотоксинами, які потрапляють в організм з харчовими продуктами.

Практичним втіленням оздоровчих заходів, спрямованих на покращання харчування, якості харчових продуктів та умов їх одержання, займаються фахівці з гігієни харчування і співробітники санітарно - епідеміологічних станцій. Головними напрямами цієї роботи є:

- перспективне планування і розробка норм проектування харчових підприємств та пристосування наявних споруд під підприємства харчової промисловості;

- впровадження нових технологій, зміна асортименту і рецептури харчових продуктів;
- застосування нових видів сировини;
- розробка стандартів та технічних умов на використання нових видів продукції;
- використання нових, більш безпечних, пестицидів та інших засобів захисту рослин і тварин.

Критерії якості та санітарно-гігієнічне нормування забрудненості харчових продуктів. Харчові продукти вважаються безпечними, якщо вони не містять шкідливих речовин або їх вміст не перевищує законодавчо визначені гігієнічні нормативи. У методології нормування ксенобіотиків у харчових продуктах та інших середовищах існують принципові відмінності. Вони зумовлені тим, що токсикологічно допустима доза має бути включена до загальної маси усіх щоденно вживаних людиною продуктів, у яких реально присутній нормований ксенобіотик, а його допустимий вміст потрібно визначити окремо у кожному з цих продуктів, враховуючи вплив сторонньої речовини на якість даного продукту за гігієнічно значущими показниками. Тому науковому обґрунтуванню підлягають два види нормативів різного призначення:

- допустима добова доза (ДДД), яка визначає допустиме добове надходження (ДДН) ксенобіотика у складі раціону;
- серії гранично допустимих концентрацій (ГДК) цієї речовини в окремих продуктах. Нормативи цього виду у гігієні харчування єдиної назви не мають: для пестицидів - це максимально допустимі рівні (МДР); для важких металів - ГДК; для нітратів - допустимий вміст; для харчових добавок - межа.

ДДД - максимальна доза (у мг на 1 кг маси тіла), щодобове надходження якої в організм людини протягом усього життя безпечне для її здоров'я і здоров'я майбутніх поколінь. Це базовий норматив гігієни харчування, який входить у санітарне законодавство.

Добуток ДДД на масу тіла стандартної людини (60 кг) являє собою ДДН (у міліграмах на добу) ксенобіотика у складі раціону.

Як норматив ДДН використовується за одним із трьох принципів:

- комплексного нормування у їжі, воді і атмосферному повітрі (пестициди);
- єдиного нормування ксенобіотиків, які надходять через харчовий канал (нітрати);
- незалежного нормування у кожному середовищі (важкі метали).

Нормативи ГДК обмежують вміст ксенобіотика в одиниці маси або об'єму окремого продукту (у міліграмах на 1 кг або 1 $дм^3$) таким чином, щоб сумарний вміст речовини у добовому продуктовому наборі не перевищував ДДН і у цьому разі не змінювались харчові і біологічні властивості даного продукту (якщо їх зміна не робиться навмисно, як у разі використання харчових добавок - ароматизаторів).

У зв'язку з цим для кожного виду продуктів ураховують 3 показники шкідливості - токсикологічний, органолептичний і загальногігієнічний, за якими визначають порогові концентрації:

- за токсикологічними критеріями, узгоджену з ДДД;
- концентрація, яка запобігає зменшенню біологічної цінності харчового продукту;
- концентрація, яка запобігає погіршанню органолептичних властивостей.

За меншою з трьох концентрацій визначить лімітуючий показник шкідливості і верхню межу допустимого вмісту нормованого ксенобіотика у даному харчовому продукті.

Під час розробки нормативів ГДК шкідливих речовин у харчових продуктах ($ГДК_{Х.П.}$) враховують дані токсикологічного та гігієнічного нормування цих речовин у повітрі, воді, ґрунті, а також інформацію про природний вміст різних хімічних елементів у харчових продуктах.

Гранично допустима концентрація (допустима залишкова кількість) шкідливої речовини у харчових продуктах - це концентрація шкідливої речовини, яка впродовж необмеженого часу (при щоденному впливі) не спричинює захворювань або відхилень у стані здоров'я людини.

Санітарно-гігієнічне нормування забрудненості харчових продуктів стосується головним чином пестицидів, важких металів та деяких аніонів (наприклад, нітратів). Необхідно відзначити, що при інтерференції результатів дослідження не можна використовувати ($ГДК_{Х.П.}$) як стандарт, прийнятий для будь-яких об'єктів біоти. Наприклад, опис результатів дослідження накопичення сполук ртуті у тканинах птахів не може бути підставою для висновків про перевищення ($ГДК_{Х.П.}$).

Нормативи вмісту нітратів у харчових продуктах і продовольчій сировині. Надмірна кількість нітратів у харчових продуктах становить велику небезпеку для здоров'я людини. Останнім часом доведено канцерогенну дію нітратів, особливо у разі тривалого і систематичного надходження їх в організм людини.

Міністерством охорони здоров'я України затверджено максимально допустимі рівні нітратів (МДР) у плодоовочевій продукції, нормативи деяких представлено у *таблиці*

Максимально допустимі рівні нітратів у плодоовочевій продукції

Продукція	Норма нітратів мг/кг сирого продукту, за нітрат-іоном
Картопля: рання (до 1 вересня) / пізня (після 1 вересня)	240/120
Капуста білокачанна: рання / пізня	800/400
Морква: рання / пізня	600/300
Томати у ґрунті: відкритому / захищеному	100/200
Огірки у ґрунті: відкритому / захищеному	200/400
Буряки столові	1400
Цибуля ріпчаста	80
Цибуля на перо у ґрунті: відкритому / захищеному	400/800
Зелені овочеві культури (салат, шпинат, щавель, капуста салатна, петрушка, селера, кінза, кріп):	1500/3000
Перець солодкий у відкритому ґрунті	200
Кабачки у захищеному ґрунті	400
Кавуни	60
Дині	90

Вміст нітратів у овочах коливається залежно від часу збирання врожаю, від місцевості, від структури і вологості ґрунту, від кліматичних умов. Але найважливішим є агротехнічний фактор, тобто кількість азотних добрив, методи їх внесення у ґрунт.

Надходження нітратів у організм людини залежить від таких чинників, як структура раціону харчування, спосіб кулінарної обробки, умови та терміни зберігання плодово-овочевих культур.

Добове надходження нітратів з їжею коливається залежно від сезону: влітку і восени, коли збільшується споживання рослинної продукції, їх надходження підвищується у 1,5 рази порівняно із зимово-весняним періодом.

Технологічна обробка рослинної продукції сприяє зменшенню в ній нітратів. Промивання та механічне очищення овочів знижує вміст нітратів на 3–10%, вимочування - на

20–30%, варіння - на 20–80%, смаження - лише на 10%, квашення, консервування та маринування - на 50–70%.

Нормативи пестицидного забруднення харчових продуктів. Пестициди - отрутохімікати, які широко використовують як ефективний засіб боротьби зі шкідниками і хворобами рослин та засіб захисту тварин від паразитів. Отрутохімікати також застосовують для боротьби з гризунами - переносниками заразних хвороб (енцефаліт, малярія, висипний і поворотний тифи, сонна хвороба тощо).

Залежно від виробничого призначення розрізняють кілька груп пестицидів. Серед них найбільше значення мають: інсектициди (знищують шкідливих комах), бактерициди і фунгіциди (впливають на бактеріальні та грибкові збудники хвороб рослин); акарициди (знищують кліщів), зооциди (знищують гризунів); нематоциди (знищують молюсків і слизняків) та гербіциди (знищують бур'яни, а також використовуються для протруювання насіння)

Сільськогосподарська сировина та харчові продукти можуть забруднюватися пестицидами прямим і непрямим шляхами. Під час оброблення сільськогосподарських культур, тварин, птиці, зерна, фуражу тощо відбувається забруднення прямим шляхом.

До непрямих шляхів забруднення харчових продуктів пестицидами належать:

- транслокація їх у рослини з ґрунту (плоди, овочі);
- занесення пестицидів у період обробки на непередбачені площі та водойми;
- використання забрудненої води для повторного обробляння рослин; напування тварин забрудненою водою і використання для них кормів, забруднених пестицидами тощо.

Ступінь шкідливості пестицидів визначається надходженням та рівнем вмісту їх у харчових продуктах. Залишкова кількість пестицидів у харчових продуктах зумовлена їхніми фізико-хімічними властивостями; розчинністю у воді, жирах; швидкістю та характером трансформації.

Пестициди можуть зберігатися у культурах від одного тижня до п’яти місяців. Деякі хлорорганічні речовини дуже стійкі, і їх знаходять у ґрунті та харчових продуктах через 4-12 років після застосування.

Ступінь шкідливості пестицидів визначається надходженням та рівнем вмісту їх у харчових продуктах.

Санітарні правила та норми (Державні санітарні правила та норми ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті) встановлюють вимоги до виконання організаційних, санітарно-гігієнічних та технологічних заходів, які спрямовані на забезпечення оптимальних умов життєдіяльності людини, пов'язаної з виробництвом, застосуванням, зберіганням, транспортуванням та утилізацією пестицидів у різних галузях господарства.

Нормативи вмісту пестицидів в ґрунті та допустимих залишкових кількостях в продуктах харчування

Інсектицид	$ГДК_{ГР}$	ДЗК
Хлорофос	0,5	1,0
Карбофос	2,0	1,0-3,0
Дихлордифенилтрихлоретан (ДДТ)	0,1	0,5
Гексахлоран	1,0	1,0
n- ізомер гексахлорану	1,0	2,0
Поліхлорпилен	2,0	0,0
Поліхлоркамфен	0,5	0,1
Севин	0,05	0,0

Серед чинників, що сприяють забрудненню об`єктів довкілля пестицидами, зокрема в Україні, слід зазначити низьку виробничу культуру працівників агропромислового комплексу, порушення регламентів застосування пестицидів, незадовільний стан технічних засобів хімічного захисту рослин, низький і неоперативний рівень відомчого і державного контролю за застосуванням пестицидів та вмістом їхніх залишків у об`єктах довкілля.

Лекція № 12

Нормування забруднювальних речовин у харчових продуктах.

План лекції

1. Нормування вмісту важких металів у харчових продуктах.
2. Нормування забруднення харчових продуктів антибактеріальними речовинами.
3. Нормування радіоактивних речовин у продуктах харчування.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Нормування вмісту важких металів у харчових продуктах. Важкі метали відносяться до пріоритетних забруднюючих речовин, спостереження за якими обов'язкове у всіх середовищах.

Термін важкі метали, що характеризує широку групу забруднюючих речовин, набув останнім часом значного поширення. У зв'язку з цим кількість елементів, що відносяться до групи важких металів, змінюється в широких межах. В якості критеріїв приналежності використовуються численні характеристики: атомна маса, густина, токсичність, поширеність у природному середовищі, ступінь залученості в природні та техногенні цикли тощо.

До важких металів відносять більше 40 хімічних елементів, але при обліку токсичності, стійкості, здатності накопичуватися в зовнішньому середовищі і масштабів розповсюдження токсичних сполук, контролю вимагають значно менше число елементів. Важкі метали небезпечні, тому що вони мають тенденцію до біоакумуляції.

Вміст важких металів у харчових продуктах і продовольчій сировині не має перевищувати допустимі рівні, встановлені СанПиН 5061-89 Медико-біологічні вимоги і санітарні норми якості продовольчої сировини і харчових продуктів (Оригінальна назва документа: МБТ 5061-89)

Норми вмісту важких металів в харчових продуктах зазначені також у державних стандартах України. Налічується близько 20 токсичних важких металів, але вони неоднаковою мірою токсичні. їх поділяють на три класи небезпечності:

- перший клас (найнебезпечніший) - кадмій, ртуть, нікель, свинець, кобальт, миш’як, що мають виняткову токсичність;

- другий клас - мідь, цинк і марганець. Вони мають помірну токсичність;

- третій клас - інші токсичні важкі метали.

Харчові продукти і продовольчу сировину контролюють на вміст тільки кадмію, міді, ртуті, свинцю, цинку, олова, миш'яку і заліза. Норми вмісту цих перелічених важких металів у деяких харчових продуктах наведено в *таблиці.* Нормують вміст важких металів і в продуктах тваринного походження та питній воді.

Забруднення продуктів харчування важкими металами небезпечне тим, що вони виявляють високу токсичність у слідових кількостях та концентруються у живих організмах. Токсичність важкого металу зростає з ростом його атомної маси. При значних концентраціях вони можуть спричиняти гострі отруєння людей і тварин.

Гранично допустимі концентрації важких металів у харчових продуктах, мг/кг

Продукти	Важкі метали						
	кадмій	мідь	ртуть	свинець	цинк	олово	миш'як
Овочі і картопля свіжі та свіжоморожені	0,03	5,0	0,02	0,5	10,0	-	0,2
Фрукти і ягоди свіжі та свіжоморожені	0,03	5,0	0,02	0,4	10,0	-	0,2
Гриби свіжі та консервовані	0,1	10	0,05	0,5	20,0	-	0,2
Консерви овочеві у скляній, алюмінієвій цільнотягнутій та металевій тарі	0,03	5,0	0,02	0,5	10,0	-	0,2
Консерви овочеві у збірній металевій тарі	0,05	5,0	0,02	1,0	10,0	200	0,2
Консерви фруктово-ягідні та соки у скляній, алюмінієвій цільнотягнутій та металевій тарі	0,03	5,0	0,02	0,4	10,0	-	0,2
Консерви фруктово-ягідні та соки у збірній металевій тарі	0,05	5,0	0,02	1,0	10,0	200	0,2
Картопля, овочі сушені та концентровані (у перерахунку на сиру масу)	0,03	5,0	0,02	0,4	10,0	-	0,2
Консерви для дитячого харчування на овочевій та фруктовій основі	0,02	5,0	0,01	0,3	10,0	-	0,2
Овоче-молочні і плодово-молочні суміші	0,02	5,0	0,01	0,3	50,0	-	0,2

Нормування забруднення харчових продуктів антибактеріальними речовинами. У харчових продуктах можуть зустрічатись антибіотики різних походжень: природні, антибіотики, що утворюються в процесі приготування продуктів, антибіотики лікувально-ветеринарних засобів і біостимуляторів, деякі види, що застосовують для консервування тощо. Природні компоненти з антибіотичною дією містяться у цибулевих овочах, хроні, прянощах, ефірних оліях, багатьох фруктах, зернових культурах, меді, свіжовидоєному молоці тощо.

Частину з них використовують у лікувально-профілактичному харчуванні та для консервування харчових продуктів. При цьому враховують їх безпечність, доступність, а часом і значну ефективність у поєднанні з комплексною дією у багатьох видах продовольчих товарів.

Під час мікробно-ферментативних процесів утворюються різні групи речовин з антибіотичною дією, які доволі широко застосовують у ветеринарії і тваринництві для профілактики та лікування багатьох захворювань, прискорення росту тварин, поліпшення якості кормів, їх збереження тощо.

Для виключення можливості потрапляння антибіотиків у продукти тваринництва використання їх при вирощуванні та відгодівлі сільськогосподарських тварин суворо регламентується.

Нормування радіоактивних речовин у продуктах харчування. Вільна міграція радіоактивних забруднювачів через кореневу систему і накопичення їх у рослинній масі призводить до акумуляції забруднювачів в організмі людини через ланцюги «рослина-людина» та «рослина-тварина-людина». Нині основне дозове навантаження формують радіонукліди цезію та стронцію. Рівень активності ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування, вирощених у небезпечних за радіаційним фактором регіонах, залежить від типів ґрунтів, особливостей сільськогосподарського виробництва, виду культур тощо. Велике значення має вибір сорту рослин, оскільки сорт визначає їхні властивості.

Допустимі рівні вмісту радіонуклідів у харчових продуктах і питній воді встановлено державним нормативом ДР-97 (Державні гігієнічні нормативи. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді), який регламентує вміст ^{137}Cs та ^{90}Sr у харчових продуктах на території України, і тих, що ввозитимуться на територію України з метою реалізації.

Значення допустимих рівнів установлено з розрахунку, що вміст радіонуклідів у харчових продуктах не перевищує річної дози внутрішнього опромінювання 1 мЗв. При цьому опромінювання внаслідок надходження інших техногенних та природних радіонуклідів не враховується (дози, що одержані при медичному обстеженні або лікуванні; опромінення від природних джерел; пов'язані з аварійним опроміненням; опромінення від техногенно-підсилених джерел природного походження тощо). При розробці ДР-97 за критичні було прийнято групи дорослих осіб (у розрахунках за ^{137}Cs та ^{90}Sr), дітей і підлітків у віці 12-17 років (у розрахунках за ^{90}Sr).

Допустимі рівні вмісту радіонуклідів у деяких харчових продуктах на основі статистичного аналізу даних про вміст їх у харчових продуктах в різних місцевостях наведено в *таблиці 1.17.*

Продукти, крім продуктів спеціального дитячого харчування, придатні до реалізації та вживання, якщо виконується співвідношення

$$\frac{C_{Cs}}{ДР_{Cs}} + \frac{C_{Sr}}{ДР_{Sr}} \le 1,$$

де C_{Cs}, C_{Sr} - результати вимірювання питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у даному продукті харчування; $ДР_{Cs}$ та $ДР_{Sr}$ - нормативний вміст ^{137}Cs та ^{90}Sr у даному продукті харчування.

У разі невиконання співвідношення до продукту харчування, реалізація цього продукту забороняється.

У разі виникнення радіаційних аварій можуть бути введені в установленому порядку тимчасово аварійно допустимі рівні вмісту радіонуклідів у продуктах харчування та питній воді (ТДР).

При нормуванні вмісту радіоактивних речовин у продуктах харчування необхідно розглянути три групи питань:

- встановлення ліміту дози опромінення;
- добовий раціон, його маса та складові;
- введення коефіцієнтів для врахування фактору розбавлення.

Існуюча система радіаційного нормування харчових продуктів, перш за все, пов'язана з наслідками аварії на ЧАЕС. Перші санітарно-гігієнічні обмеження вмісту радіонуклідів у продуктах харчування були встановлені у вигляді "Тимчасових допустимих рівнів...", що регламентували вміст йоду-131, цезію-134 та 137. Згодом, основну роль у формуванні дози внутрішнього опромінення зайняли ^{137}Cs і ^{90}Sr.

Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у харчових продуктах та питній воді (Бк/кг, Бк/л)

Назва продукту	^{137}Cs	^{90}Sr
Хліб, хлібопродукти	20,0	5,0
Картопля	60,0	20,0
Овочі (листяні, коренеплоди, зелень)	40,0	20,0
Фрукти	70,0	10,0
М’ясо, м’ясні продукти	200,0	20,0
Риба, рибопродукти	150,0	35,0
Молоко, молочні продукти	100,0	20,0
Яйця	6,0	2,0
Вода	2,0	2,0
Молоко згущене та консервоване	300,0	60,0
Молоко сухе	500,0	100,0
Свіжі дикорослі ягоди та гриби	500,0	50,0
Сушені дикорослі ягоди та гриби	2500,0	250,0
Лікарські рослини	600,0	200,0
Продукти дитячого харчування	40,0	5,0

Починаючи з "Тимчасових допустимих рівнів...", що були введені в дію у 1986 р., регулярно здійснювався їх перегляд, що було пов'язано з реальними темпами очищення сільськогосподарської сировини в результаті природних та антропогенних чинників, та доцільністю введення більш жорстких нормативів. За останні роки спостерігається істотне зниження міграції радіонуклідів цезію з ґрунту в трофічні ланцюжки залежно від типу ґрунту та характеристик пасовищ. Природна динаміка цього процесу зумовлює актуальність і правомірність постановки питання про систематичний перегляд нормативів вмісту радіонуклідів у продуктах харчування.

Забезпечення встановлених рівнів вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування досягається:

- виключенням таких продуктів, що не відповідають стандартам;
- використанням додаткових способів переробки харчової сировини;
- обмеженням вживання дикорослих грибів та ягід;
- застосуванням різних методів зниження індивідуальних доз (у тому числі контроль за використанням калійних добрив та фероціанідних добавок у кормах тварин).

Реалізація цих підходів вимагає значного підвищення рівня радіологічного контролю продуктів харчування.

Лекція № 13

Шумове навантаження на довкілля

План лекції

1. Характеристика шуму.
2. Джерела шуму.
3. Шумове навантаження на довкілля.
4. Основні параметри шуму.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Шум – одна з форм фізичного (хвильового) забруднення. Під шумом розуміють усі неприємні та небажані звуки, що заважають працювати, відпочивати та негативно впливають на здоров'я людей і на життєдіяльність біоценозів (призводять до різних порушень екосистеми).

Шум виникає внаслідок стиснення і розрідження повітряних мас, тобто коливальних змін тиску повітря. Розрізняють шум постійний, непостійний, коливний, переривчастий, імпульсний. Можна сказати, що *шум* – це хаотичне нагромадження звуків різної частоти, сили, висоти, тривалості, які виходять за межі звукового комфорту.

Стандарт ДСТУ 2325-93 Шум. Терміни та визначення розглядає шум як хаотичну суміш звуків різної частоти і сили. Звук, що поширюється у повітрі, називають повітряним, у твердих тілах (інженерні конструкції, споруди тощо) – структурним.

Шум характеризується такими параметрами:

- частотою (Гц);
- звуковим тиском (Н/м^2);
- силою звуку (Вт/м^2);
- потужністю звуку (Вт);
- рівнем сили звуку (дБ);
- рівнем звукового тиску (дБ);
- рівнем звукової потужності (дБ).

Звуковий тиск – це різниця між атмосферним тиском і тиском звукової хвилі у певній точці звукового поля, де відбувається стискання та розрідження повітря. Для людини існує нижня і верхня межі чутливості звукових тисків. Нижню межу називають порогом чутливості, верхню – больовим порогом.

Поріг чутливості – це дуже незначна зміна групового тиску, яку спроможне сприйняти людське вухо. Найкраща чутливість незначної зміни звукового тиску для людини спостерігається при частоті 1000 Гц. Тиск на порозі чутливості при частоті $f = 1000\,\text{Гц}$ приймають $P_0 = 2 \times 10^{-5}\,\text{Н/м}^2$.

Больовий поріг – це максимальний звуковий тиск, що сприймається людським вухом як звук при частоті $f = 1000\,\text{Гц}$, становить $P_б = 20\,\text{Н/м}^2$.

Сила звуку (інтенсивність) визначається зміною звукового тиску в навколишньому середовищі. Сила звуку – це потік звукової енергії, що проходить за 1 с через площу 1м^2, перпендикулярно до напрямку поширення звукової хвилі і визначається за формулою

$$I = \frac{P^2}{\rho C}, \text{ Вт/м}^2,$$

де Р – звуковий тиск, Н/м^2; ρ - густина повітря, г/см^2; С – швидкість звуку, м/с.

Сила звуку порогу чутливості дорівнює $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м^2, а больового порогу - $I_á = 10^2$ Вт/м^2.

Рівень звукового тиску виражає сукупний тиск складних звуків, який здійснюють звукові хвилі на барабанну перетинку вуха людини.

Між порогом чутливості і больовим порогом існує логарифмічна залежність. Тому, для вимірювання звукового тиску, сили звуку і звукової потужності приймають логарифмічну шкалу. Властивістю такої шкали є те, що кожний наступний ступінь більший за попередній у 10 разів. З цієї причини умовно приймають одиницю вимірювання рівня звуку – бел (Б). На практиці використовується дрібніша одиниця – децибел, яка в десять разів менша від бела і дорівнює 0,1 Б. Для вимірювання використовують спеціальні прилади – шумоміри.

Рівень сили звуку визначають за формулою

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \text{ дБ},$$

де I - фактична сила звуку, Вт/м^2; I_0 - сила звуку порогу чутливості, Вт/м^2, приймають $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м^2.

Рівень звукового тиску визначають за формулою

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \text{ дБ},$$

де P - фактичний звуковий тиск, Н/м^2; P_0 - звуковий тиск порогу чутливості, приймають $P_0 = 2 \times 10^{-5}$ Н/м^2.

Існує розмежування ділянок застосування термінів «рівень звуку» та «рівень звукового тиску». Для характеристики простих звуків в октавних смугах частот застосовується термін «звукового тиску»; для характеристики складних звуків (не розкладених за октавними смугами) – «рівень звуку» в дБА - децибел за шкалою шумоміру А. Є ще шкали В і D.

Важливою характеристикою звуку є його ***спектр***, який одержують під час розкладання звуку на прості гармонійні коливання. Основна частина визначає висоту звуку, яку сприймають на слух, а набір гармонійних складових – тембр звуку.

Акустичні коливання (шум) залежно від частоти поділяють на ультразвук (v>20 000 Гц), звук (v=16-20 000 Гц), інфразвук (v<20 000 Гц) Коли хвиля тиску досягає вуха, вона викликає коливання барабанних перетинок, які збуджують нервову реакцію, і людина відчуває звук. Але нервова система людини реагує на звук лише в тому випадку, якщо частота звукової хвилі знаходиться в межах від 16 Гц до 20кГц. Для цих граничних частот довжина хвиль дорівнює відповідно:

$$\lambda_1 = \frac{V}{\nu} = \frac{330\,м/с}{16 с^{-1}} \approx 20\,м,$$

$$\lambda_2 = \frac{V}{\nu} = \frac{330\,м/с}{20000 с^{-1}} \approx 0{,}016\,м \approx 1{,}6\,см.$$

Шум, як звук, класифікують за двома характеристиками: частотою та походженням. За частотою шум: низькочастотний (f =300 Гц); середньої частоти (f =300-800 Гц); високочастотний (f > 800 Гц).

За походженням шум поділяється на: механічний, ударний, аеродинамічний, гідравлічний, змішаний.

Шум має акумулятивний ефект, тобто акустичні подразнення накопичуються в організмі, пригнічують нервову систему. Це спричинює розвиток нервово-психічних хвороб, функціональні порушення серцево-судинної системи.

На пристосування до сильного шуму організм людини витрачає велику кількість енергії. Особливо важко переносяться раптові різкі високочастотні звуки. При рівні шуму понад 80 дБ послаблюється слух, можуть виникати нервово-психічні захворювання, виразка шлунку, гіпертонія, підвищується агресивність тощо. Більшість людей починають сприймати шум з рівня 10 дБ, при інтенсивності звуку в 90 дБ порушується слух; а поява больового відчуття, сильний негативний вплив на здоров'я - 130-140 дБ.

Рівні шуму від різних джерел

Джерела шуму	Рівень шуму, дБ
Шепіт, тихий шелест листя дерев, дихання людини	10
Сільська місцевість	20-30
Спокійна розмова на відстані 1 м	50
Шум автомобіля	60
Шум на вулиці	70
Шум на шосе (робота верстатів-автоматів)	80
Максимальний шум на виробництві	90
Шум поїзда метро, автомобільні сирени	100
Шум реактивного літака, симфонічний оркестр	110
Шум літака на старті (гуркіт грому)	120
Потужна сучасна електронна музика	130
Шум ракети на старті	140
Постріл гармати	150

Шум шкідливий не лише для людини. Встановлено, що рослини під впливом шуму повільніше ростуть, у них спостерігається надмірне виділення вологи через листя. Гинуть листя і квіти рослин, що розміщені біля джерел шуму. В клітинах рослин відбуваються метаболічні зміни морфологічних ознак або навіть генні мутації. Шумовий тиск спричинює негативний вплив на еволюцію рослин на сучасному етапі розвитку, оскільки виживають переважно мутанти з різними відхиленнями від нормального розвитку (кривий стовбур, змінена форма листків тощо). Внаслідок таких мутацій, особливо в містах, підвищується кількість дерев мутагенної структури.

Аналогічно діє шум на тварин і комах. До дії шуму тварина звикає повільніше ніж людина. Тваринний організм має більш розвинуті органи чуття, верхня межа чутливості його слухового аналізатора знаходиться нижче від верхньої межі чутливості людини, тобто, больовий поріг у багатьох тварин досягається раніше, ніж у людини. Тому більшість тварин та птахів сприймають сильний шум як больові сигнали.

При встановленні нормативів щодо обмеження шуму виходять не з оптимальних (комфортних), а з припустимих умов, коли шкідливий вплив шуму на людину або не виявляється, або є незначним. Таке гігієнічно-санітарне нормування встановлюється органами охорони здоров'я. За твердженнями фахівців Українського гігієнічного центру при МОЗ України, близько 40% загальної площі середньостатистичного міста (з населенням 750 тис. жителів) непридатні для нормального проживання через надмірне акустичне забруднення. У містах з мільйонним населенням жителі відчувають значне шумове навантаження, причому головним джерелом підвищення рівня шуму є автотранспорт.

Ряд нормативних актів України містить положення щодо захисту населення та навколишнього середовища від шкідливого впливу шуму.

Відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» органи державної виконавчої влади, місцевого самоврядування, підприємства, установи, організації та громадяни при здійсненні своєї діяльності зобов`язані вживати необхідні заходи щодо запобігання та недопущення перевищення встановлених рівнів акустичного впливу на навколишнє природне середовище і здоров`я людини. Використання джерел, що генерують цей фізичний фактор у виробництві, побуті та з іншою метою, допускається за умови дотримання санітарних норм, які передбачені Державними санітарними правилами планування і забудови населених пунктів.

Правила розрізняють джерела зовнішнього техногенного та біогенного акустичного забруднення. Джерелами техногенного акустичного забруднення в населених пунктах є всі види транспорту, промислові підприємства, комунальні об`єкти (котельні, трансформатори, компресорні станції тощо). До джерел біогенного акустичного забруднення відносять стадіони, базари, майдани для мітингів, танцмайданчики, спортмайданчики, дискотеки, зоопарки, ринки для продажу тварин, тваринницькі ферми.

З метою відвернення, зниження і досягнення безпечних рівнів виробничих та інших шумів повинні забезпечуватися певні заходи, як це передбачено в ст. 21 Закону України «Про охорону атмосферного повітря».

Нормування шумових навантажень на природне середовище. Відповідно до Закону України «Про охорону атмосферного повітря» в галузі охорони атмосферного повітря встановлюються нормативи гранично допустимого впливу фізичних факторів стаціонарних та пересувних джерел. Нормативи гранично допустимих рівнів впливу на атмосферне повітря встановлюються для кожного стаціонарного джерела та для кожного типу пересувних джерел з врахуванням сучасних технічних рішень щодо зниження рівнів впливу фізичних факторів, в тому числі шуму.

Рівні впливу цього фактору на стан атмосферного повітря, вимоги до їх скорочення встановлюються відповідним дозволом на основі затверджених відповідно до санітарних норм нормативів. Господарська чи інші види діяльності, якщо вони пов'язані з порушенням передбачених дозволом рівнів акустичного впливу на стан атмосферного повітря, може бути обмежена, тимчасово заборонена (зупинена) або припинена відповідно до законодавства (ст.12 Закону України «Про охорону атмосферного повітря»).

Як це передбачено Державними будівельними нормами України (ДБН 360-92 Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень), допустимі рівні шуму на

різних об`єктах, територіях різного господарського призначення не повинні перевищувати показників наступних санітарних норм.

Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів встановлюють вимоги щодо розміщення певних об‘єктів.

Житлову забудову, дитячі дошкільні заклади, школи, заклади охорони здоров`я, будинки-інтернати для людей похилого віку потрібно розташовувати в зоні, що найбільш віддалена від джерел акустичного забруднення.

Промислові, сільськогосподарські та інші об‘єкти, що є джерелами забруднення навколишнього середовища фізичними факторами, в тому числі акустичного, повинні відокремлюватись від житлової забудови санітарно-захисними зонами. Санітарно-захисну зону слід встановлювати від джерел шкідливості до межі житлової забудови, ділянок громадських установ, будинків і споруд, а також територій парків, садів, скверів та інших об‘єктів зеленого будівництва загального користування, ділянок оздоровчих та фізкультурно-спортивних установ, місць відпочинку, садівницьких товариств та інших, прирівняних до них об‘єктів.

Житлову забудову необхідно відокремлювати від залізничних ліній санітарно-захисною зоною шириною 100 м від осі крайньої залізничної колії за умови забезпечення нормативних рівнів шуму в прилеглих об‘єктах та на території забудови.

Основною метою боротьби із шумом є його повне усунення, а за неможливості цього – зниження інтенсивності шуму до допустимих меж, що визначені відповідними нормами. При оцінці 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. Імісія оцінюють і вимірюють там, де знаходиться людина, на яку впливає шум. Оцінку імісії виконують, у першу чергу, для порівняння з нормами допустимого шуму.

Емісія – це випромінювання шуму в навколишньому середовищі і характеризує безпосередньо джерело шуму.

Лекція № 14

Санітарне та технічне нормування шуму. Нормування вібраційних навантажень на довкілля.

План лекції

1. Санітарне та технічне нормування шуму.
2. Допустимі рівні шуму.
3. Вібрація. Джерела вібрацій.
4. Основні параметри вібрації. Нормування вібрацій.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Для захисту людей від шкідливого впливу виробничого шуму регламентують його інтенсивність, спектральний склад, час дії тощо. Розрізняють два види нормування виробничого шуму: *санітарно-гігієнічне і технічне.* Перше регулює рівень шуму з огляду його дії на організм людини, друге стандартизує існуючі або очікувані шумові характеристики устаткування і повинне забезпечувати перше. При санітарно-гігієнічному нормуванні допустимим встановлюється такий рівень шуму, дія якого на протязі тривалого часу не викликає змін у всьому комплексі фізіологічних показників. При оцінці шуму важливим фактором є шумовий фон, який у містах значно вищий ніж у сільській місцевості. Тому рівень адаптації міського і сільського населення різний.

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, надмірного стомлення і зниження працездатності як при короткочасних, так і повторній дії несприятливих чинників виробничого середовища.

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот (октавна смуга частот – діапазон частот, в якому верхня гранична частота $f_в$ вдвічі більша за нижню граничну частоту $f_н$), рівні шуму та еквівалентні рівні шуму на робочих місцях, у виробничих приміщеннях і території підприємств регламентуються Державними санітарними нормами ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку

Рекомендовані діапазони шуму для приміщень різного функціонального призначення

Призначення приміщень	Рівень шуму, дБ
Для лікарень, санаторіїв та оздоровчих закладів	35
Для навчальних приміщень	37
Для житлових приміщень: відпочинок, сон	40-47
Для роботи: лабораторії, обчислювальні центри, офіси	52-61
Для стадіонів і вокзалів	60
Для мовного спілкування	56-66
Для робочих місць, де не повинно бути ризику втратити слуху	66-80

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

Якщо санітарні норми визначаються величиною зниження шуму, то технічні норми встановлюють граничні норми шуму для окремих видів обладнання та механізмів.

З метою запобігання шкідливому впливу шумів на здоров'я людей на виробництві застосовують звукоізоляцію, шумопоглинальні екрани, фільтри, глушники. Важливе значення має і створення безшумних і малошумних механізмів і машин, транспортного і промислового устаткування.

Надзвичайно шкідливий вплив на живі організми здійснює інфразвукове випромінювання**,** хвилі якого мають велику проникаючу здатність. Інфразвук – це коливання в пружному середовищі, що мають однакову з шумом фізичну природу, але поширюються з частотою, меншою за 20 Гц. У природних умовах інфразвукові коливання виникають під час виверження вулканів, землетрусів, ураганів. штормів тощо. Джерелами технічного інфразвуку є газотурбінні і компресорні станції, автомобільний та залізничний транспорт, річкові та морські судна, двигуни літаків, інші машини та механізми.

Допустимі рівні інфразвуку

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

Розрізняють *пороги* інфразвукового впливу.

Поріг потенційної небезпеки для життя людини являють інфразвуки з рівнем 155-180дБ**.**

Поріг інфразвуку**,** який може витримати людина - 140-155 дБ.

Порогом безпечності є інфразвук з рівнем 90 дБ.

У більшості випадків інфразвук зустрічається не в ізольованому вигляді, а у поєднанні з вібрацією.

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

- відбуваються порушенні у роботі нервової системи;
- змінюється тиск, склад і властивості крові;
- втрачається слухова чутливість тощо.

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

Джерелами ультразвукового випромінювання у промисловості, медицині, науково-дослідних інститутах тощо є ультразвукове технологічне обладнання.

За спектром ультразвук поділяють на:

- низькочастотний (від $1{,}2 \times 10^4$ до $1{,}0 \times 10^5$Гц);
- високочастотний (від $1{,}0 \times 10^5$ Гц до $1{,}0 \times 10^9$ Гц).

Для контактного ультразвуку параметром, що нормується, є пікове значення віброшвидкості в частотному діапазоні від 0,1 до 10 МГц, або його логарифмічний рівень у дБ, який визначають за формулою

$$L_v = 20 \lg \frac{V_n}{V_0},$$

де V_n - пікове значення віброшвидкості, м/с; V_0 - опорне значення віброшвидкості, $V_0 = 5 \times 10^{-8}$, м\с;

Вібрації. Джерела вібрації. Основні параметри вібрації. Стандарт ДСТУ 2300-93 Вібрація. Терміни та визначення розглядає вібрацію як сукупність механічних коливань пружних тіл, що характеризуються періодичністю зміни своїх параметрів.

Вібрації – це тремтіння або струси всього тіла чи окремих його частин під час різних робіт (бетоноукладання, робота в шахтах відбійними молотками тощо) і впливає на людину при поверхневому контакті. За способом передачі на тіло людини вібрацію поділяють на *загальну*, яка передається через опорні поверхні тіла людини, та *локальну* (місцеву), яка передається через руки людини при контакті з механізмами, інструментами, обладнанням тощо.

Основними параметрами вібрації є: вібропереміщення, амплітуда вібропереміщення, віброшвидкість, віброприскорення, період вібрації, частота вібрації.

Оскільки абсолютні параметри, що характеризують вібрації, змінюються в широких межах, на практиці частіше використовують відносні параметри, які визначають відносно опорного значення відповідного параметра і вимірюють у дБ.

Стандартні опорні значення:

- амплітуда вібропереміщення $A_0 = 8 \times 10^{-12}$, м;
- віброшвидкість $V_0 = 5 \times 10^{-8}$, м\с;
- віброприскорення $a_0 = 3 \times 10^{-4}$, м/с^2.

Найчастіше для оцінки вібрації використовують логарифмічний рівень віброшвидкості L_v, який визначають за формулою:

$$L_v = 20 \lg \frac{V}{V_0}, \text{ дБ.}$$

Вібрацію або коливання в інженерній практиці поділяють на три види:

- *власні коливання* – це коливання твердих тіл, що виникають у результаті дії сил пружності;
- *вимушені коливання* – виникають у результаті дії зовнішніх сил (вимушених) сил;
- *автоколивання* – виникають в результаті сил тертя.

Амплітуда коливань – максимальне зміщення коливного тіла (системи) від нейтральної осі.

Під дією вібрації виникають функціональні зміни в організмі людини-оператора: погіршення зору, порушення вестибулярного апарату, галюцинації, швидка втомлюваність, порушення роботи серцево-судинної системи тощо. Негативні відчуття внаслідок вібрації виникають при віброприскореннях 0,5 м/с^2. Особлива шкідлива вібрація з частотами, близькими до частот власних коливань тіла людини, більшість з яких знаходиться у межах 6-30 Гц.

Особливість дії вібрацій полягає у тому, що ці механічні пружні коливання розповсюджуються по ґрунту і здійснюють свій вплив на фундаменти різних споруд, викликаючи потім звукові коливання. Основними джерелами вібрацій компресори, відбійні молотки, транспорт тощо. Зона дії вібрацій визначається величиною їх затухання у пружному середовищі (ґрунті). Зазвичай, вібрація поширюється на відстань до 100 м.

Нормування вібрації. Нормування вібрацій поділяють на технічне та санітарне (гігієнічне). Під час санітарного (гігієнічного) нормування регламентуються відповідні умови щодо захисту людини від вібрацій , а під час технічного – умови щодо захисту обладнання будівель, споруд тощо від вібрацій, що може призвести до їх пошкодження чи передчасної деформації.

Для забезпечення вібробезпеки на робочих місцях у виробничих приміщеннях важливу роль відіграє санітарне (гігієнічне) нормування вібрації за:

- частотним (спектральним) аналізом нормованого параметра;
- інтегральною оцінкою за частотою нормованого параметра;
- дозою вібрації.

Гігієнічною характеристикою вібрації є нормовані параметри, вибрані залежно від застосованого методу її гігієнічної оцінки.

При частотному (спектральному) аналізі нормованими параметрами є середні квадратичні віброшвидкості, їх логарифмічні рівні або віброприскорення для локальної вібрації в октавних смугах частот, а для загальної вібрації – в октавних або 1/3 октавних смугах частот.

При інтегральній оцінці за частотою нормованим параметром є коректоване значення контрольного параметра U, виміряне за допомогою спектральних фільтрів або розраховане за формулою:

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} U_i^2 K_i^2} \ ,$$

де U - середнє квадратичне значення контрольного параметра (віброшвидкість або віброприскорення) в іншій частотній смузі; n - число частотних смуг у нормованому частотному діапазоні; K_i - питомий коефіцієнт для і-ї частотної смуги.

Для запобігання негативного впливу вібрації на здоров'я людини встановлено гранично допустимі величини вібрації. Санітарні (гігієнічні) норми вібрації, що систематично впливають на людину у виробничих умовах, встановлюють для тривалості 480 хв. (протягом 8 – годинного робочого дня).

Оцінювати вібраційну безпеку праці потрібно на робочих конкретно визначених місцях при виконанні певної операції.

Лекція № 15

Радіаційна та ядерна безпека

План лекції

1. Радіаційна та ядерна безпека. Законодавство у сфері безпеки використання ядерної енергії. Джерела радіаційного забруднення.
2. Іонізуюче випромінювання. Основні види випромінювань.
3. Якісні та кількісні характеристики іонізуючого випромінювання. Нормування в галузі радіаційної безпеки.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Радіаційна безпека - дотримання допустимих меж радіаційного впливу на персонал, населення та навколишнє природне середовище, що встановлено нормами, правилами та стандартами з безпеки. **Ядерна безпека** - дотримання норм, правил, стандартів та умов використання ядерних матеріалів, що забезпечують радіаційну безпеку.

Норми, правила та стандарти щодо ядерної та радіаційної безпеки - це критерії, вимоги та умови забезпечення безпеки при використанні ядерної енергії. Їх дотримання є обов'язковим при здійсненні.

Законодавство у сфері безпеки використання ядерної енергії

«Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку»;

«Про поводження з радіоактивними відходами»;

«Про видобування та переробку уранових руд»;

«Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань»;

«Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання»;

«Про цивільну відповідальність за ядерну шкоду та її фінансове забезпечення»;

«Про порядок прийняття рішень про розміщення, проектування, будівництво ядерних установок і об'єктів, призначених для поводження з радіоактивними відходами, які мають загальнодержавне значення»;

«Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії»

«Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»,

Основним державним документом, що встановлює систему радіаційно-гігієнічних регламентів для забезпечення прийнятих рівнів опромінення як для окремої людини, так і для суспільства є "Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-(97)". НРБУ-97 встановлюють підходи до забезпечення протирадіаційного захисту.

Міжнародне співробітництво є невід'ємною складовою розбудови національної системи регулювання ядерної та радіаційної безпеки і спрямоване на досягнення світових стандартів забезпечення ядерної та радіаційної безпеки в Україні.

Провідною міжнародною організацією, стосовно використання ядерної енергії в мирних цілях є Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ).

Україна бере участь у роботі Агентства з 1957 року.

Україна також є стороною таких важливих міжнародних інструментів МАГАТЕ, як:

- Конвенція з ядерної безпеки;
- Об'єднана конвенція про безпеку поводження з відпрацьованим паливом та про безпеку поводження з радіоактивними відходами;
- Конвенція про допомогу у випадку ядерної або радіаційної аварії;
- Конвенція про оперативне сповіщення про ядерну аварію;
- Конвенція про фізичний захист ядерного матеріалу;
- Віденська конвенція про цивільну відповідальність за ядерну шкоду.

Джерела радіаційного забруднення. Всі види флори та фауни Землі протягом мільйонів років виникали та розвивалися під постійним впливом природного радіоактивного фону та пристосувалися до нього. Природними є випромінювання Сонця, космічне випромінювання, а також випромінювання внаслідок радіоактивного розпаду мінералів у надрах Землі.

Основними джерелами радіоактивного забруднення навколишнього природного середовища є:

- уранова промисловість, що займається видобуванням, переробкою, збагаченням та виготовленням ядерного палива. Основною сировиною для палива є уранова руда, в якій вміст компонента уран-235 становить десяту частку відсотка. Руду «збагачують», вилучаючи з неї частину домішок, після чого одержують паливо для атомних електростанцій (АЕС), що містить урану-235 2-4%. Бойовий ядерний заряд ядерної зброї має значно більшу концентрацію);
- ядерні реактори різних типів, в активній зоні яких зосереджено велику кількість радіоактивної речовини. Ця речовина, за висловом фізиків, є атомною бомбою, процеси в якій уповільнено до стаціонарного стану;
- радіохімічна промисловість, на підприємствах якої переробляють і поновлюють відпрацьований матеріал, наприклад ТВЕЛів, що замінюють, коли концентрація урану-235 в ньому зменшується до 1,0-0,9%. Відпрацьоване паливо АЕС становить небезпеку для довкілля. В результаті роботи підприємств радіохімічної промисловості в атмосферу потрапляє радіоактивний йод-131, а у водойми - стічні слаборадіоактивні води;
- місця переробки та захоронення радіоактивних відходів, для яких неможливо забезпечити абсолютну ізоляцію, і вони виділяють радіонукліди в навколишнє природне

середовище. Спочатку цьому питанню не приділяли належної уваги, і ядерні держави скидали радіоактивні відходи в ріки, моря, океани, у вироблені шахти. Нині розроблено технології, за якими радіоактивні відходи вміщують у герметичні капсули, зберігають у спеціальних сховищах. Проблема переробки радіоактивних відходів виникла понад 50 років одночасно з початком освоєння атомної енергії. Важливість знезараження та переробки радіоактивних відходів пов'язана з їхньою особливою небезпекою для біосфери, і перш за все – для людини. На відміну від інших відходів, токсичність котрих залежить від їх хімічних та бактеріологічних властивостей, радіоактивні відходи не можуть перероблятися з метою зниження їх токсичності. Якщо активність радіоактивних відходів перевищує рівень, котрий допускає їх скидання, вони підлягають захороненню таким чином, щоб запобігти їх проникненню в довкілля та доступу до них людей без спеціального захисту.

Спосіб поховання радіоактивних відходів залежить від їх питомої активності, агрегатного стану та розмірів (об'ємів). Перед захороненням радіоактивні відходи переробляють. Метою переробки є зміна агрегатного стану, зменшення їх об'єму тощо. Основним критерієм, за яким вибирають місце і процес захоронення радіоактивних відходів, є здатність геологічного середовища ізолювати відходи, поки вони залишаються небезпечними. Як правило, вибирають стабільні глибинні геологічні формації, земні надра під дном моря та глибинні води океанів.

Найважливіша проблема, яка виникає при переробці радіоактивних відходів – тривала потенційна небезпека певних категорій радіоактивних відходів. Технічна можливість безпечного зберігання відходів протягом десятків та сотень років існує, але під постійним наглядом спеціального персоналу.

В зв'язку з цим необхідно забезпечувати радіаційну безпеку не лише персоналу, котрий працює з радіонуклідами, але й всього населення цих промислових зон шляхом навчання безпечному поводженню з радіоактивними відходами (їх збирання, тимчасове зберігання, транспортування, переробка та надійне остаточне захоронення). Це є важливою складовою захисту довкілля та людини від радіоактивних забруднень.

- використання радіонуклідів у народному господарстві у вигляді закритих радіоактивних джерел невеликої потужності у промисловості, медицині, геології, сільському господарстві.

У природі існує багато джерел природного іонізуючого випромінювання. Перш за все – це ізотопи багатьох елементів, що знаходяться у складі гірських порід та мінералів. Головним є калій – 40 та вуглець –14. Несприятливість біологічної дії радіоактивних речовин пов'язана не тільки з їхньою разовою дією, а із здатністю акумулюватись в організмі.

Космічне випромінювання також є джерелом радіаційного фону. Космічні промені дають трохи менше половини зовнішнього опромінення, яке отримує населення від природних джерел радіації. Космічні промені в основному приходять до нас із глибин Всесвіту, але деяка їх частина зароджується на Сонці під час сонячних спалахів.

Зв'язки між життям, здоров'ям людей, станом флори та фауни і сучасним рівнем радіоактивного забруднення всієї планети та окремих її регіонів дуже складні. Головними джерелами радіоактивних забруднень довкілля є радіоактивні аерозолі, які потрапляють в атмосферу під час випробувань ядерної зброї, аварії на АЕС та радіоактивних виробництвах, а також радіонукліди, що виділяються з радіоактивних відходів. Радіоактивні опади залежно від розміру часток і висоти їх виносу в атмосферу мають різний час осідання та радіус поширення.

За силою та глибиною впливу на організм іонізуюче випромінювання вважається найсильнішим. Різні організми мають неоднакову стійкість до дії радіоактивного опромінення, навіть клітини одного організму мають різну чутливість. Кінцевий результат опромінення залежить не стільки від повної дози, скільки від її потужності, тобто часу, протягом якого вона накопичена, а також від характеру її розподілу. Кількість радіоактивних ізотопів, яка

включається в харчові ланцюги і потрапляє в організм людини, визначається не лише тим, скільки їх випало з повітря, але і структурою екосистеми і природою її біохімічних циклів.

Іонізуюче випромінювання. Основні види випромінювань. Усі види іонізуючого випромінювання підрозділяють на дві групи: електромагнітне випромінювання, до яких відноситься рентгенівське і гамма-випромінювання та корпускулярне випромінювання – розпад супроводжується виділенням різного роду ядерних частинок: альфа-, бета-, нейтронів, протонів, мезонів тощо.

Якісною характеристикою випромінювання є вид та енергія випромінювання, проникна здатність, період піврозпаду, кількісною – активність (радіоактивність).

Для характеристики іонізуючих випромінювань застосовуються різні одиниці.

Одиницею виміру активності ізотопів в системі СІ є Бекерель (Бк). Один Бекерель відповідає одному розпаду (ядерному перетворенню) в секунду.

Позасистемною одиницею радіоактивності є Кюрі (Ku). 1 Ku – це кількість радіоактивного ізотопу, в якій кожної секунди розпадається $3{,}7\times10^{10}$ атомів, або $2{,}2\times10^{12}$ актів за хвилину. Реальна вага речовини, що відповідає 1 Ku, відрізняється для довгоживучих (ізотопи, які повільно розпадаються) і короткоживучих ізотопів. Активність, яка виражена у Ku або Бк показує, скільки α- або β- частинок, або γ- променів випромінює джерело радіоактивності, але не характеризує дію на живі організми.

Різні види випромінювань вивільняють різні кількості енергії та володіють різною проникливою здатністю. Більшість важливих з екологічної точки зору радіоактивних ізотопів володіють енергіями від 0,1 до 5,0 МеВ. Електрон-вольт (еВ) – позасистемна одиниця енергії іонізуючого випромінювання: 1 еВ = $1{,}6\times10^{-19}$ Дж.

Радіоактивні ізотопи, що мають важливе значення в екології

Група А. Природні ізотопи, що беруть участь у створенні фонового випромінювання		
Ізотопи	**Період напіврозпаду**	**Випромінювання**
Уран 235 (^{235}U)	7×10^{8} роки	α^{***}, γ^{*}
Уран 238 (^{238}U)	$4{,}5\times10^{9}$ роки	α^{***}, γ^{*}
Торій 232 (^{232}Th)	$1{,}4\times10^{10}$ років	α^{***}, γ^{*}
Калій 40 (^{40}K)	$1{,}3\times10^{9}$ роки	α^{***}, γ^{*}
Карбон 14 (^{14}C)	5568 років	$\beta^{***}, \gamma^{***}$
Група Б. Радіоізотопи, які являються компонентами організмів		
Кальцій 45 (^{45}Ca)	160 діб	β^{**}
Карбон 14 (^{14}C)	5568 років	β^{*}
Кобальт 60 (^{60}Co)	5,27 років	β^{**}, γ^{***}
Купрум 64 (^{64}Cu)	12,8 год.	β^{**}, γ^{***}
Йод 131 (^{131}I)	8 діб	β^{**}, γ^{**}
Ферум 59 (^{59}Fe)	45 діб	β^{**}, γ^{***}
Манган 54 (^{54}Mn)	300 діб	$\beta^{***}, \gamma^{***}$
Фосфор 32 (^{32}P)	14,5 діб	β^{***}
Калій 42 (^{42}K)	12,4 год.	$\beta^{****}, \gamma^{***}$
Натрій 22 (^{22}Na)	2,6 роки	β^{**}, γ^{***}
Цинк 65 (^{65}Zn)	250 діб	β^{**}, γ^{***}

Група В. Радіоактивні ізотопи, що містяться у великих кількостях в продуктах поділу		
Стронцій 90 (^{90}Sr)	28 років	β^{**}
Цезій 137 (^{137}Cs)	33 роки	β^{***}, γ^{*}
Цезій 134 (^{134}Cs)	2,3 роки	β^{**}, γ^{***}

* - дуже низька енергія випромінювання, менше від 0,2 МеВ;
** - відносно низька енергія випромінювання, 0,2 – 1 МеВ;
*** - висока енергія випромінювання, 1 – 3 МеВ;
**** - дуже висока енергія випромінювання, понад 3 МеВ.

Негативні наслідки, які мають місце в живих організмах внаслідок опромінення, будуть тим більшими, чим більше енергії передано живій речовині. Кількість енергії, яка передана тканинами організму, називається дозою.

У системі нормування використовують основні поняття: поглинута доза, еквівалентна доза та ефективна еквівалентна доза.

Кількість енергії випромінювання, яка поглинута одиницею ваги опроміненого тіла, називають *поглинутою дозою випромінювання* $D_{погл}$ і вимірюється в системі СІ в Греях (Гр). Грей – одиниця поглинутої дози випромінювання; 1 Гр дорівнює поглинутій дозі випромінювання, за якої опроміненій речовині масою 1 кг передається енергія іонізуючого випромінювання 1 Дж, 1 Гр= 1 Дж/кг.

Позасистемною одиницею поглинутої дози є рад, 1 Гр = 100 рад. Один рад – це доза випромінювання, при якій на один грам тканини поглинається 100 ерг енергії, 1 еВ = $1{,}6\times10^{12}$ ерг.

Доза випромінювання, яка одержана за одиницю часу називається інтенсивністю дози. Якщо організм одержує 20 мрад в годину, то сумарна доза за добу становитиме 480 мрад. Важливе значення має час, протягом якого організм отримує певну дозу опромінення.

Для оцінки радіаційного опромінення (α, β, γ, K о, р, *у,* R) вводиться поняття *еквівалентної дози* $D_{екв}$ (Дж/кг). Одиницею еквівалентної дози в системі СІ є Зіверт (Зв), а позасистемною – бер. Зіверт - доза будь-якого виду іонізуючого випромінювання, що чинить таку саму біологічну дію, як і доза рентгенівського чи гамма-випромінювання в 1 Гр (Грей). Бер - біологічний еквівалент рада, 1 бер - це еквівалентна доза будь-якого іонізуючого випромінювання у біологічній тканині, що створює такий же біологічний ефект, як доза в 1рад рентгенівського чи γ- випромінювання 1 бер=0,01 Дж/кг=0,01 Зв. Введення поняття еквівалентної і ефективної дози (згідно з нормами радіаційної безпеки України НРБУ - 97) характеризує особливості дії іонізуючого випромінювання на живі організми.

Вражаюча дія іонізуючого випромінювання залежить не тільки від поглинутої дози, але і від іонізуючої здатності випромінювання. Для розрахунку еквівалентної дози величину поглинутої дози множать на коефіцієнт, який відображає здатність певного виду випромінювання вражати тканини організму. Так, α- випромінювання у двадцять разів небезпечніше, ніж інші види випромінювання.

Зв'язок між поглинутого та еквівалентною дозами визначається виразом:

$$D_{екк} = D_{погл} \cdot Q$$

де Q - коефіцієнт якості. Для $\beta-, \gamma-, R-$ випромінювань Q=l, для α- випромінювання Q=20.

Також необхідно враховувати, що одні частини тіла або внутрішні органи більш чутливі до радіаційних ушкоджень ніж інші. Тому дози опромінення органів і тканин враховують з різними коефіцієнтами.

Значення коефіцієнта якості іонізуючого випромінювання (Q) для різних видів випромінювання

Види іонізуючого випромінювання	Q
Фотони і β - випромінювання (незалежно від енергії випромінювання)	1
Протони з енергією понад 2 МеВ	5
Нейтрони з енергією:	
- менше 10 кеВ;	5
- 10-100 кеВ;	10
- 0,1-2 МеВ;	20
- 2-20 МеВ	10
- понад 20 МеВ	5
α - випромінювання	20

Ефективна еквівалентна доза $D_{е.е.д.}$ відображає сумарний ефект опромінення для організму в цілому і визначається за формулою

$$D_{е.е.д} = \sum W_T \cdot D_{екв},$$

де W_T - коефіцієнт, що характеризує відношення ризику опромінювання даного органу до сумарного ризику при рівномірному опромінюванні всього тіла (*таблиця 2.3*).

Як правило, в результаті антропогенного забруднення, у навколишнє природне середовище надходить суміш радіонуклідів, серед яких є всі види випромінювачів. Тому, в першому наближенні ступінь небезпеки можна оцінити за рівнем γ-фону.

Значення коефіцієнта W_T для різних органів і тканин організму людини

Органи і тканини	W_T
Гонади	0,20
Червоний кістковий мозок	0,12
Товста кишка	0,12
Легені	0,12
Шлунок	0,12
Сечовий міхур	0,05
Молочна залоза	0,05
Печінка	0,05
Стравохід	0,05
Щитоподібна залоза	0,05
Шкіра	0,01
Кісткова тканина	0,01
Інші органи	0,05

Лекція № 16

Нормування в галузі радіаційної безпеки.

План лекції

1. Система нормування в галузі радіаційної безпеки.
2. «Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)» як система радіаційно-гігієнічних регламентів для забезпечення прийнятих рівнів опромінення як для окремої людини, так і для суспільства.
3. Класифікація радіаційних аварій.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.
2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.
3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Система нормування в галузі радіаційної безпеки. Потрапляючи у навколишнє природне середовище, радіоактивні ізотопи розсіюються, але вони можуть різними шляхами накопичуватися у живих організмах по трофічним ланцюгам.

Якщо швидкість надходження радіоактивних речовин вища за швидкість їх розпаду, то вони накопичуються у воді, ґрунтах, опадах та повітрі. Відношення вмісту деякого радіоактивного ізотопу в організмі до вмісту його в навколишньому природному середовищі називають коефіцієнтом накопичення. При встановленні «гранично допустимих рівнів» викиду ізотопів у навколишнє природне середовище необхідно робити упередження на «екологічне накопичення». Особливу увагу слід приділяти тим ізотопам, які мають тенденцію накопичуватися у певних тканинах (йод у щитовидній залозі, стронцій у кістках тощо), а також тим ізотопам, які володіють високою активністю і великим періодам напіврозпаду. Накопичення у водних екосистемах є значно більшим, ніж у наземних. Це пояснюється тим, що потоки поживних речовин у рідкому середовищі проходять більш інтенсивніше.

Відповідно до «Основних санітарних правил роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючого випромінювання» ОСП – 72/87 всі контейнери, устаткування, пакунки, небезпечні зони тощо, повинні мати попереджувальний знак радіоактивної небезпеки (ГОСТ 17925-72 Знак радиационной опасности).

Основним державним документом, що встановлює систему радіаційно-гігієнічних регламентів для забезпечення прийнятих рівнів опромінення як для окремої людини, так і для суспільства є “Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-(97)”. НРБУ-97 встановлюють підходи до забезпечення протирадіаційного захисту. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ - 97) охоплюють систему принципів, критеріїв, нормативів та правил, виконання яких є обов’язковою нормою у політиці держави щодо забезпечення протирадіаційного захисту людини та радіаційної безпеки. НРБУ – 97 розроблені відповідно до основних положень Конституції та Законів України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку», «Про поводження з радіоактивними відходами».

Метою НРБУ-97 є визначення основних вимог до:

- охорони здоров'я людини від можливої шкоди, що пов'язані з опроміненням від джерел іонізуючого випромінювання;
- безпечної експлуатації джерел іонізуючого випромінювання;
- охорони навколишнього природного середовища.

НРБУ – 97 встановлюють категорії осіб, які зазнають опромінення:

Категорія А (персонал) – це особи, які постійно або тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючого випромінювання;

Категорія Б (персонал) – це особи, які безпосередньо не зайняті роботою із джерелами іонізуючого випромінювання, але у зв'язку з розташуванням робочих місць можуть отримувати додаткове опромінення.

Категорія В – все населення, ліміти доз опромінення не повинні перевищувати природний фон.

НРБУ – 97 визначають рівні втручання в умовах радіаційної аварії. Незапланована подія на будь-якому об'єкті з радіаційною чи радіаційно-ядерною технологією кваліфікується як радіаційна аварія, якщо при виникненні цієї події виконуються дві умови:

- втрата регулюючого контролю над джерелом;
- реальне опромінення людей, пов'язане з втратою регулюючого контролю над джерелом.

Отже, політика держави в галузі регулювання радіаційної безпеки напрямлена на попередження негативного впливу іонізуючого випромінювання на населення і навколишнє природне середовище.

Якщо незапланована подія виникла на енергетичному, транспортному, науково-дослідницькому чи промисловому атомному реакторі, вона класифікується як ***радіаційна аварія***. У випадку, якщо подібна аварія виникла з одночасною втратою контролю над ланцюговою ядерною реакцією і виникненням потенційної загрози самочинної ланцюгової реакції, то така подія кваліфікується як аварія ***радіаційно-ядерна***.

Всі радіаційні аварії поділяють на дві групи:

- аварії, які не супроводжуються радіоактивним забрудненням приміщень та навколишнього природного середовища;
- аварії, внаслідок яких відбувається радіоактивне забруднення середовища виробничої діяльності та проживання людей.

Масштаб радіаційної аварії визначається розмірами територій, чисельністю персоналу та населення, які потрапили у зону впливу. За своїм масштабом радіаційні аварії поділяють на ***промислові та комунальні.***

До класу ***промислових*** відносяться такі аварії, наслідки яких не поширюються за межі територій виробничих приміщень, а аварійне опромінення може отримати лише персонал.

До класу ***комунальних*** належать радіаційні аварії, наслідки яких виходять за межі об'єкту і поширюються на прилеглі території, де проживає населення. За масштабами комунальні радіаційні аварії поділяють на ***локальні*** (в зоні аварії проживає до 10 000 осіб), ***регіональні*** (до зони аварії попадають території декількох населених пунктів, адміністративних районів чи областей з кількістю населення більше 10 000 осіб), ***глобальні*** (до зони впливу підпадає значна частина території країни та її населення).

Тема № 17

Електромагнітне забруднення довкілля.

План лекції

1.Загальна характеристика електромагнітного поля (ЕМП).
2. Основні параметри ЕМП.
3. Електромагнітне забруднення довкілля.
4. Джерела ЕМП у авіації.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

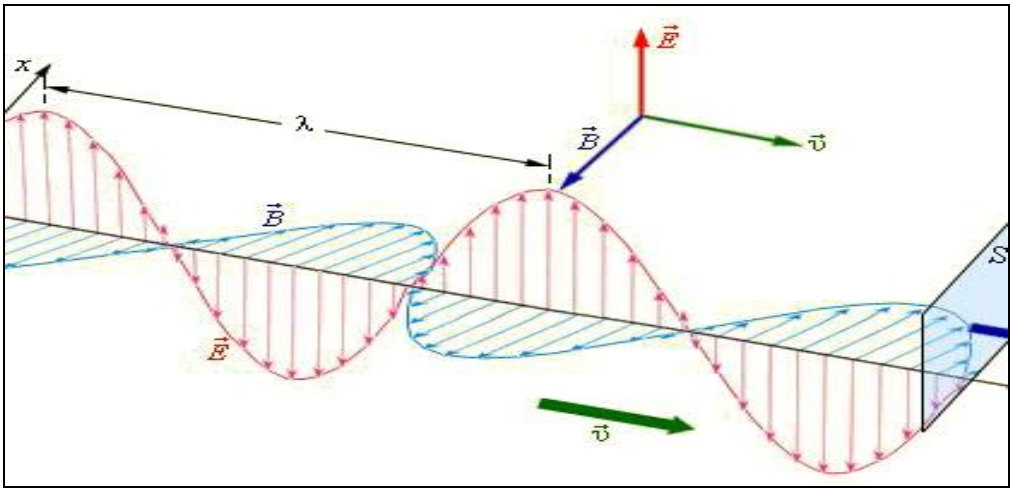
3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Електромагнітне поле – це особлива форма організації матерії, яка утворюється при просторовому взаємовпливові та перетворенні між електрично зарядженими частинками. Формування ЕМП пов'язане з магнітними й електричними потоками енергії, які при взаємодії створюють «вихор», для них характерним є частотний діапазон. Відповідно ЕМП складається з двох складових: електричне поле і магнітне поле, що пов'язані між собою.

Електричне поле генерується зарядами. Магнітне поле створюється при русі потоку електричних зарядів по провіднику. Прискорений рух заряджених частинок призводить до відокремлення ЕМП від джерела, в результаті чого утворюються електромагнітні хвилі.

Фізичне пояснення формування електромагнітного поля полягає в тому, що змінне в часі електричне поле породжує магнітне, а змінне магнітне вихрове поле породжує електричне.



$\vec{\lambda}$ – відстань поширення електромагнітної хвилі протягом певного періоду коливань, $\vec{E}$ – магнітна складова поля, $\vec{B}$ – електрична складова поля, $\vec{v}$ – частота ЕМП, *S* – середовище розподілу ЕМП.

Основні параметри ЕМП*:*

напруженість електричного поля – вольт на метр, (В/м);

напруженість магнітного поля – ампер на метр, (А/м) ;

рівень магнітної індукції – Тесла (Тл або мкТл);

Поняття магнітної індукції зазвичай використовується для наднизьких і вкрай низьких частот (промислових).

За спектром (у порядку збільшення фотонної енергії) електромагнітне випромінювання поділяють на такі діапазони:

- радіо - й телечастоти,
- мікрохвилі,
- інфрачервоне,
- видиме світло,
- ультрафіолетове,
- рентгенівське,
- гамма-випромінювання.

Електромагнітне забруднення довкілля – зміна електричних та магнітних складових навколишнього середовища.

Найбільш потужними антропогенними об'єктами генерації ЕМП на території урбосистеми, які знаходяться близько до селітебних територій є:

- об'єкти телерадіо зв'язку;
- об'єкти передачі потоків електричної енергії (ЛЕП);
- базові станції комунікаційного зв'язку;
- об'єкти радіонавігації та радіолокації.

Усі існуючі джерела ЕМП можна розділити на такі групи: функціональні передавачі – радіомовні станції НЧ (30 – 300 кГц), СЧ (0,3 – 3 МГц), ВЧ (3 – 30 МГц) і ДВЧ (30 – 300 МГц); транспорт на електроприводі (0 – 3 кГц) – залізничний і міський транспорт і їх інфраструктура; системи виробництва, передавання, розподілу і споживання електроенергії постійного і змінного струму (0 – 3 кГц).

До природного джерела ЕМП відноситься геомагнітне поле Землі. Зміни в геомагнітному полі пов'язані з сонячною активністю.

У різних галузях промисловості широкого використання набули електромагнітні поля – змінні та постійні. Їх використовують для індуктивного нагрівання у ковальсько-пресовому виробництві, термообробці різних виробів та матеріалів, одержання плазмового стану речовин тощо.

Інтенсивний розвиток електроніки та радіотехніки викликає забруднення довкілля електромагнітними полями. Головними джерелами електромагнітного випромінювання є радіотелевізійні та радіолокаційні станції, засоби радіозв'язку, високовольтні лінії електропередачі (ЛЕП), електростанції, трансформаторні підстанції, а також лінії електротранспорту.

Лінії передач (ЛЕП) напругою до 1150 кВ, відкриті розподільчі пристрої, вимірювальні пристрої та допоміжне обладнання – *джерела електричних полів промислової частоти.*

При роботі з матеріалами, які легко електризуються, при експлуатації високовольтних установок постійного струму утворюються *електростатичні поля*.

Джерела *постійних магнітних полів* – електромагніти, соленоїди, імпульсні установки напівперіодного та конденсаторного типу, металокерамічні магніти тощо.

Електромагнітне поле характеризується безперервним розподілом у просторі, здатністю розповсюджуватися із швидкістю світла, діяти на заряджені частинки та струми, внаслідок чого енергія поля перетворюється в інші види енергії. Змінне електромагнітне поле являє собою

сукупність двох взаємопов'язаних полів – електричного та магнітного і характеризується відповідними векторами напруженості Е (В/м) та Н (А/м).

Джерелами електромагнітних полів (ЕМП) у авіації є:

- зв'язкові, командні та аварійні радіостанції;
- радіонавігаційне обладнання (бортові радіолокаційні станції, радіовисотоміри, радіокомпаси, радіодальноміри);
- наземні диспетчерські пункти;
- посадочні радіолокаційні станції (РЛС);
- радіопеленгатори і радіомаяки.

Наслідки дії електромагнітних полів на людину залежать від напруженості електричного та магнітного полів, потоку енергії, частоти коливань, розміру поверхні тіла, яке опромінилось, індивідуальних властивостей організму.

Змінне електричне поле викликає нагрівання тканин організму людини, як внаслідок змінної поляризації діелектрика (хрящі, сухожилля), так і за рахунок появи струмів провідності. Тепловий ефект є наслідком поглинання енергії електромагнітного випромінювання. Чим більша напруженість поля та час дії, тим сильніше проявляються такі ефекти.

Найінтенсивніше електромагнітні поля діють на органи людини з великим вмістом води. Перегрівання особливо небезпечне для тканин із слаборозвинутою судинною системою або недостатнім кровообігом (очі, мозок, нирки, шлунок, жовчний та сечовий міхури). Це відбувається тому, що кровоносну систему можна представити як систему водяного охолоджування. Наприклад, опромінення очей призводить до помутніння кришталика ока (катаракту), яке відбувається не відразу, а через деякий час після опромінення. Підступність дії електромагнітних випромінювань полягає в тому, що вплив від цих полів не виявляються органами відчуття.

Електромагнітні поля впливають специфічно, вони змінюють орієнтацію молекул або їх ланцюги відповідно до направлення силових ліній електричного поля, послаблюють біохімічну активність білкових молекул, порушують функції серцево-судинної системи та обмін речовин.

Дія постійних магнітних та електростатичних полів залежить від їх напруженості та часу дії. Якщо відбувається вплив полів, напруженість яких вища за гранично допустимий рівень, розвиваються порушення нервової, серцево-судинної систем, органів дихання, органів травлення та біохімічних показників крові тощо.

Основний параметр, що характеризує біохімічну дію електромагнітного поля промислової частоти (частота 50 Гц) – електрична напруженість. Магнітна складова поля суттєво не впливає на організм, тому що в установках напруженість магнітного поля промислової частоти не перевищує 25 А/м, а шкідлива біологічна дія проявляється при напруженості магнітного поля 150-200 А/м.

Дія електричного поля промислової частоти впливає на мозок та центральну нервову систему людини. Поряд з біологічною дією, електричне поле зумовлює виникнення розрядів між людиною та металевими предметами, а струм розряду може викликати судоми.

Гранично допустима напруженість постійного електричного (електростатичного) поля $E_{доп}$ визначається залежно від тривалості опромінення згідно із „Санітарно-гігієнічними нормами допустимої напруженості електростатичного поля №1757-77", а для промислової частоти прийнята напруженість електричного поля 5 В/м протягом кожного робочого дня.

Вибір засобів захисту від електромагнітних полів (ЕМП) визначається характеристиками джерел та частотою. Регламентом радіозв'язку, прийнятим Міжнародним консультативним комітетом (МККР), встановлена номенклатура діапазонів частот (довжин хвиль).

Тема № 18

Нормування впливу електромагнітних випромінювань на довкілля.

План лекції

1. Гранично допустимі рівні складових ЕМП промислових частот.
2. Гранично допустимі значення енергетичної експозиції.
3. Гранично допустимі рівні ЕМП радіочастотного діапазону для населення.
4. Нормування впливів випромінювань оптичного діапазону.
5. Нормування лазерного випромінювання.
6. Методи захисту довкілля від впливу ЕМП.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Гранично допустимі рівні складових ЕМП промислових частот. Будь-який прилад, що генерує електричний струм, або той, що працює з використанням змінного струму, створює ЕМП, що поширюється у просторі як електромагнітні хвилі.

Гранично допустимі рівні (ГДР) напруженості ЕМП встановлені „Санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електричного поля, що утворюється повітряними лініями електропередачі змінного струму промислової частоти” № 2971-34.

ГДР вважаються наступні значення напруженості електричного поля, кВ\м:

- всередині житлових будинків – 0,5;
- на території зони житлової забудови – 1;
- у населеній місцевості, поза зоною житлової забудови (міські землі в межах їхнього перспективного розвитку на 10 років, приміські та зелені зони, курорти, землі селищ міського типу і сільських населених пунктів, у межах цих зон); на ділянках перетину ВЛ з автомобільними дорогами I – IV категорій – 10;
- у ненаселеній місцевості (де часто перебувають люди, доступній для транспорту, сільськогосподарські угіддя) – 15;
- у важкодоступній місцевості (недоступній для транспорту, сільськогосподарських машин) і на спеціально загороджених ділянках, де доступ населення виключений – 20.

При напруженості електричного поля більше 1 кВ/м повинні вживатися заходи для виключення впливу поля на людину.

Що стосується магнітного поля промислової частоти, то ГДР напруженості магнітного поля має становити:

- для часу опромінення до 2 годин на добу – 500мкТл/м;
- для часу опромінення до 24 годин – 100 мкТл/м.

Гранично допустимі рівні ЕМП радіочастотного діапазону для населення. Контролювати інтенсивність опромінювання необхідно не рідше одного разу на рік, а також при введенні в дію нових чи реконструйованих генераторних установок.

Гранично допустимі рівні ЕМП (електрична складова) радіочастного діапазону для населення наведено у *таблиці*.

Гранично допустимі рівні ЕМП для населення

Місце перебування людей	**Границі діапазону**				
	30-300 кГц	0,3-3,0 МГц	3-30 МГц	30-300 МГц	0,3-300,0 ГГц
Територія житлової забудови, місця відпочинку, приміщення, робочі місця для працюючих віком до 18 років та вагітних жінок	25 В/м	15 В/м	10 В/м	3 В\м	10 мкВ/см

У разі роботи кількох джерел випромінювання електромагнітних хвиль у діапазоні частот 60кГц-300 МГц, для яких встановлено єдині значення ГДР, сумарна інтенсивність впливу електричної (Е) та магнітної (Н) складових ЕМП визначається за формулами:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + ... + E_n^2}\ ;$$

$$H = \sqrt{H_1^2 + H_2^2 + ... + H_n^2}\ .$$

У тому ж діапазоні частот, для яких встановлено різні значення ГДР, повинна виконуватися умова

$$\left(\frac{E_1}{E_{ГДР_1}}\right)^2 + \left(\frac{E_2}{E_{ГДР_2}}\right)^2 + ... + \left(\frac{E_n}{E_{ГДР_n}}\right) \le 1,$$

де $E_1, E_2, ..., E_n$ - виміряні значення напруженості електричної складової поля; $E_{ГДР_1}, E_{ГДР_1}, ..., E_{ГДР_n}$ - гранично допустимі рівні впливу для відповідного частотного діапазону.

Гранично допустимі значення енергетичної експозиції. Енергетична експозиція – це відношення енергії випромінювання, що надходить на відповідну ділянку поверхні, до площі цієї ділянки.

Оскільки дія ЕМП на людину залежить від часу (за вахту, робочий день тощо), гранично допустимі значення енергетичної експозиції електричної та магнітної складових ЕМП представлено в *таблиці*

Гранично допустимі значення енергетичної експозиції

Діапазон частот	За електричною складовою (Е), В/м/год	За магнітною складовою (Н), А/м/год	За щільністю потоку енергії, мкВ/м^2/год
30 кГц-3 МГц	20000	200	-
3 МГц – 30 МГц	7000	Не розроблено	-
30 МГц – 60 МГц	800	0,72	-
60 МГц – 300 МГц	800	Не розроблено	-
300 МГц – 300 ГГц	800	-	200

Експозицію населення в ЕМП з рівнями, що перевищують гігієнічні нормативи, розглядають як фактор ризику для здоров'я. ЕМП різних діапазонів у рівнях, що перевищують граничнодопустимі, спричиняють підвищення рівня загальної захворюваності, поширеності гострої та хронічної патології в дітей.

Гігієнічні нормативи в цій галузі переважно базуються на експериментальних даних. При цьому встановлення гігієнічних нормативів для населення – значна проблема у зв'язку:

- з невирішеністю у світі проблеми екстраполяції даних з тварини на людину;
- з певною умовністю моделювання експозиції населення в ЕМП;
- з існуванням різних наукових підходів до нормування рівнів електромагнітного не іонізаційного випромінювання.

У зв'язку з цим у різних країнах існує суттєва розбіжність між нормативами ЕМП. Незважаючи на неспецифічні зрушення в патогенезі, що виникають в організмі людини внаслідок дії електромагнітних хвиль, і пов'язану з цим складність встановлення величини ризику для здоров'я населення в реальних умовах комплексної дії інших факторів, нормування ЕМП бажано проводити з урахуванням потреби оцінити ризик від впливу не іонізаційного випромінювання.

Нормування впливів випромінювань оптичного діапазону. Оптичний діапазон (видимого сонячного світла) охоплює область електромагнітного випромінювання, до складу якої входять інфрачервоні (ІЧ), видимі (ВВ) та ультрафіолетові (УФ) випромінювання. З боку інфрачервоних випромінювань оптичний діапазон межує з радіочастотним, а з боку ультрафіолетових – з іонізуючим випромінюванням.

Джерела інфрачервоного випромінювання поділяють на природні та штучні. До природних ІЧ випромінювань належить природна інфрачервона радіація Сонця. Штучними джерелами ІЧ випромінювання є будь-які нагріті поверхні тіл (печі, прокатні стани, авіаційний транспорт, ливарні тощо). Саме температура і визначає інтенсивність теплового випромінювання $E\left(Вт/м^2\right)$. Інтенсивність теплового випромінювання можна оцінити за виразом

$$E = \varepsilon \cdot C_0 \left(T \cdot 10^{-2}\right)^4,$$

де ε - ступінь чорного тіла (матеріалу), що випромінює ІЧ-промені; C_0 - коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла $\left(C_0 = 5{,}67\, Вт/м^2 \cdot K^4\right)$; Т – температура матеріалу тіла, К.

Залежно від довжини хвилі ІЧ випромінювання поділяють на короткохвильові з довжиною хвилі від 0,76 до 1,4 нм та довгохвильові – більше 1,4 нм. Саме довжина хвилі значною мірою зумовлює проникну здатність ІЧ-випромінювань. Найбільш небезпечними є короткохвильові випромінювання, що можуть призвести до виникнення так званого „теплового удару".

Ступінь впливу ІЧ випромінювань залежить від:

- спектра та інтенсивності випромінювання;

- площі поверхні, що випромінює ІЧ промені;
- розмірів ділянок тіла людини, що опромінюється;
- тривалості впливу;
- кута падіння ІЧ променів тощо.

На відміну від променів видимого світла, що легко проходять крізь шар чистого повітря, інфрачервоні промені не пропускаються деякими атмосферними газами, зокрема вуглекислим, що призводить до виникнення парникового ефекту.

Значення тривалості безперервної роботи представлені в *таблиці 2.6.*

Ультрафіолетове (УФ) випромінювання належить до оптичного діапазону електромагнітних хвиль. Невидимі УФ промені мають довжину хвилі від 100 до 400 нм.

За способом генерації вони наближаються до теплового діапазону випромінювань, а за біологічною дією – до іонізуючого випромінювання. Основним джерелом УФ випромінювання є Сонце. Енергія від Сонця надходить на землю у вигляді видимого, інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювань. УФ випромінювання несе найбільшу енергію та інтенсивно діє на живу речовину.

Допустима тривалість безперервної роботи і регламентованих перерв протягом години

Інтенсивність ІЧ опромінювання, Вт/м^2	Тривалість неперервного опромінювання, хв.	Тривалість перерв, хв.	Сумарне опромінення впродовж 8 год. %
350	20	8	До 50
700	15	10	До 45
1050	12	12	До 40
1400	9	13	До 30
1750	7	14	До 25
2100	5	15	До 15
2450	3,5	17	До 15

До антропогенних джерел УФ випромінювання належать: електрозварювальне обладнання, електроплавильні печі, оптичні квантові генератори, ртутно-кварцові лампи тощо.

Спектр УФ випромінювання умовно поділяють на три діапазони:

УФ-А – довгохвильовий з довжиною хвиль від 400 до 320 нм;

УФ-В – середньохвильовий – від 320 до 280 нм ;

УФ-С – короткохвильовий – від 280 до 200 нм.

Діапазони УФ-В та УФ-С – це діапазони „жорсткого ультрафіолету”, що надзвичайно шкідливі для всього живого. Ці випромінювання призводять до порушення структури білків та нуклеїнових кислот тощо.

Слід зазначити, що УФ випромінювання характеризуються двоякою дією на організм людини: з одного боку – небезпекою переопромінення, а з іншого – його необхідністю для нормального функціонування організму, оскільки УФ промені є важливим стимулятором основних біологічних процесів.

Допустимі значення інтенсивності УФ випромінювань наведено в *таблиці*

Допустимі рівні інтенсивності ультрафіолетових випромінювань

Діапазони довжини хвиль, нм	Допустима інтенсивність, Вт/м^2
УФ-А (400-320)	10,0
УФ-В (320-280)	0,01
УФ-С* (280-220)	0,001

Примітка: * - частина діапазону УФ-С.

Лазерне випромінювання широко використовується в інформаційних системах, енергетиці, металообробці, медицині тощо. Джерелом лазерного випромінювання є оптичний квантовий генератор, принцип роботи якого базується на використанні вимушеного (стимульованого) електромагнітного випромінювання, яке генерується робочим елементом у результаті збудження його атомів електромагнітною енергією.

Висока концентрація енергії досягається внаслідок таких властивостей випромінювання, як високе спрямування променя, когерентність та монохроматичність.

Рівні лазерного випромінювання нормують для кожного режиму праці, певної ділянки оптичного діапазону. Санітарними правилами та нормами регламентовано гранично допустимі рівні лазерного випромінювання на робочих місцях – виражені в енергетичних експозиціях.

Енергетична експозиція - це відношення енергії випромінювання, що надходить на відповідну ділянку поверхні, до площі цієї ділянки. Одиницею вимірювання енергетичної експозиції є Дж/см^2.

Енергетична експозиція нормується окремо для рогівки та сітківки ока, а також шкіри. В різних діапазонах довжини хвиль встановлюються ГДР лазерного випромінювання залежно від тривалості імпульсу, частоти повторення імпульсів, тривалості дії, кутового розміру променя, фонового освітлення тощо.

У *таблиці 2.8*. наведено ГДР енергетичної експозиції H за опромінювання імпульсами та безперервним лазерним променем з довжиною хвилі від 0,2 до 0,4 мкм рогівки ока чи шкіри.

Всі засоби та методи захисту від впливу ЕМП можуть бути умовно поділені на організаційні, інженерно-технічні та лікувально-профілактичні.

Організаційні заходи передбачають запобігання попаданню людей у зону з високою напруженістю ЕМП, створення санітарно-захисних зон. Санітарно-захисною зоною вважається територія, де на висоті 2 м від поверхні землі перевищуються гранично допустимі рівні (ГДР) напруженості ЕМП.

ГДР лазерного випромінювання

Довжина хвилі, мкм	$H_{УФ}$, Дж/см^2
0,2-0,21	1×10^{-8}
0,21-0,215	1×10^{-7}
0,215-0,29	1×10^{-6}
0,20-0,3	1×10^{-5}
0,3-0,37	1×10^{-4}
0,37-0,4	1×10^{-3}

Примітка: довжина хвилі лазерного випромінювання відповідає ультрафіолетовій області спектра оптичного діапазону

З метою захисту від впливу електричних полів промислової частоти також встановлюються санітарно-захисні зони – території, на яких напруженість ЕП перевищує 1 кВ/м.

До *інженерно-технічних* засобів захисту від ЕМП відносяться електрогерметизація елементів схем, блоків, вузлів установки з метою зниження чи усунення електромагнітного випромінювання..

До *лікувально-профілактичних* заходів відносяться періодичні медичні огляди працівників та населення.

Лекція № 19

Нормування антропогенного навантаження на рослинні угрупування.

План лекції

1. Антропогенне навантаження на лісові екосистеми.
2. Поділ лісів на групи за екологічним і господарським значенням.
3. Нормування антропогенного навантаження на рослинні угрупування.
4. Нормативи визначення розмірів лісозахисних смуг.
5. Нормування лісогосподарського вирубування.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Ресурси рослинного і тваринного світів належать до біологічних (біотичних) ресурсів. Рослинні ресурси представлені на територіях та акваторіях вищими рослинами, грибами, мохами, лишайниками, водоростями, що використовуються або можуть бути використані для потреб суспільства. Господарське значення мають лісові, степові, лучні, болотні та водні рослинні ресурси.

Незважаючи на заміну деревини новими, не деревними, виробами (пластмасами), роль лісів у житті людського суспільства і потреба у лісоматеріалах (матеріали, що вироблені з деревини зі збереженням її природної структури та хімічного складу) безупинно зростають. Ліси – унікальна екологічна система. Ліси України виконують переважно водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні та оздоровчі функції і мають обмежене експлуатаційне значення. Ліс є джерелом деревини, будівельних матеріалів, сировини для деревообробної, меблевої, целюлозно-паперової та інших галузей промисловості.

На сучасному етапі ліси набувають особливого значення як соціальний, рекреаційний, захисний і глобально-екологічний чинники.

Вплив антропогенних факторів на ліси виявляється як прямо (знищення під час вирубки, будівництва, створення водосховищ, відкритих розробок корисних копалин, пожеж тощо), так і опосередковано, тобто внаслідок зміни екологічних умов (у процесі зрошення, осушення, засолення ґрунтів, забруднення середовища шкідливими хімічними речовинами тощо). У господарсько освоєних лісах порушуються природні лісорослинні умови, відбувається зміна всіх компонентів та зв'язків ландшафтів. Змінюється температурний

режим, зменшується на 5 – 10% відносна вологість, збільшується швидкість вітру. У процесі вирубки з лісових ґрунтів виноситься величезна кількість азоту, фосфору, кальцію тощо, формуються одновікові, одновидові деревостої, розвиваються лісові монокультури. Під час створення завалів з сухих дерев підвищується пожежна небезпека. Загалом сучасні тенденції в зміні екологічного становища характеризуються погіршенням ґрунтово-кліматичних умов, що стають не сприятливішими для розвитку високостовбурних порід дерев. Ліси України за екологічним і господарським значенням поділяють на дві групи

Антропогенний вплив на ліси виявляється в таких основних процесах:

- вплив на насадження атмосферних забруднювачів;
- зміна гідрологічного режиму територій;
- рекреація;
- пожежі;
- господарська діяльність тощо.

Найважливішим структурним компонентом, що стабілізує довкілля в регулювальному протиерозійному відношенні, є лісова рослинність.

Лісам властива здатність перехоплювати і трансформувати частину атмосферних опадів, регулювати нагромадження і танення снігу, підвищувати фільтраційні властивості ґрунтів, завдяки чому вони істотно поліпшують гідрологічний режим гірських схилів. Сформований лісовий покрив з переважанням бука чи смереки здатен у середньому за рік затримати кронами до 28-30% твердих і рідких опадів.

Поділ лісів на групи

Ліси I групи	Ліси II групи
Водоохоронні	Ліси, що поряд з екологічним мають експлуатаційне значення і для збереження захисних функцій, безперервності та не виснажливості використання яких встановлюється режим обмеженого лісовикористання
Захисні, полезахисні лісові смуги, захисні лісові насадження на смугах відводу залізниць, захисні лісові насадження на смугах відводу автомобільних доріг	
Санітарно-гігієнічні та оздоровчі	
Ліси на територіях природно-заповідного фонду, лісо плодові насадження і субальпійські деревні та чагарникові угрупування	

Експериментально досліджено, що найнегативніше впливають на режим стоку гірських потоків суцільні рубки лісу, менше – поступові і, особливо, вибіркові. Під впливом суцільних рубок різко зростає змивання ґрунту, внаслідок чого стік води збільшується майже в 10 разів. Неприпустиме також захаращення порубковими залишками річок водозбору, оскільки це призводить до інтенсифікації паводків, збільшуючи їхню руйнівну силу. Як правило, лісовою рослинністю не вдається повністю зарегулювати паводковий стік води. Адже ліс має межу, за якою він не здатен регулювати опади. Зокрема, для стиглих насаджень такою межею є добова величина опадів –175 мм. Іноді, за дуже інтенсивних злив, такою межею можуть бути опади кількістю 100 мм. Перевищення вказаних меж спричиняє катастрофічні наслідки навіть тоді, коли господарська діяльність не поширюється на лісовий покрив. Тому зменшення масштабів негативного впливу паводків вимагає також гідротехнічних рішень (спорудження дренажних систем, дамб, гребель, закріплення берегів річок тощо).

Техногенного тиску на ґрунт та кореневу систему дерев завдають також тральщики

деревини.

Для екологічних засад охоронного ведення лісового господарства необхідна система регіонального моніторингу, метою якого є налагодження оперативного контролю за станом лісового середовища з наступною розробкою прогнозованих моделей змін стану лісів, що пов'язані з тенденціями розвитку людського суспільства.

Захист й охорона лісів мають включати певні основні групи заходів. Насамперед правильне ведення й інтенсифікація лісового господарства, що ґрунтується на нормування вирубок і повному використанні лісової продукції. Норми вирубок мають визначатися для кожного регіону з урахуванням лісистості та фактичної можливості їх лісопромислового освоєння, щоб не спричинити збезлісення одних регіонів й утворення перестійних лісів – в інших. Одним із найважливіших завдань захисту лісу є розробка оптимального відсотка лісистості диференційовано для різних природних зон.

Лісозахисна система. *Лісозахисна система* об'єднує водоохоронні, поле- і ґрунтозахисні ліси.

Головною її *метою* є посилення захисних властивостей лісу шляхом регулювання фітокліматичних, гідрологічних, ґрунтових та інших процесів. *Ліс визнається захисним,* якщо він:

- закріплює сипучі піски або перешкоджає змиву чи зсуву ґрунту (ґрунтозахисні ліси);
- збільшує врожайність сільськогосподарських культур на полях (полезахисні ліси);
- оберігає річки від обміління та регулює річковий стік води (водоохоронні ліси);
- оберігає береги річок від розмивання, а русла – від замулення (берегозахисні ліси);
- оберігає дороги від занесення снігом чи піском (дорожньо-захисні ліси);
- перешкоджає обвалам скель, зсуву ґрунту, сніговим лавинам у горах (гірськозахисні ліси).

Дуже часто лісові масиви визнають захисними за кількома ознаками. Наприклад, у гірській місцевості ліси не тільки оберігають долини від обвалів і зсувів, але й захищають схили від ерозії ґрунту, регулюють стік води в гірських річках тощо, тобто є водночас гірсько- та ґрунтозахисними і водоохоронними.

Зелені зони виділяють з урахуванням природних умов, розміщення природних об'єктів, а також місць масового відпочинку населення і приміських лікувально-профілактичних та оздоровчих закладів. Площа зелених зон України становить 16% від загальної площі її лісів. На 1 тис. жителів міст України припадає 43 га насаджень зелених зон (для порівняння: у Литві – 250, Естонії – 180). Розміри зелених зон і лісопаркових частин для населених пунктів з чисельністю населення до 1 млн. осіб. визначають за нормативами, затвердженими урядовими документами. Для міст з більшою кількістю населення зелені зони виділяють за індивідуальними проектами.

Нормативи визначення розмірів лісозахисних смуг. *Водоохоронні ліси* України становлять 3,6% від загальної площі лісових угідь. Смуги лісів уздовж берегів річок виділяють з лісів другої групи згідно з нормативами (*табл. 2.12 та 2.13*) уздовж річок завдовжки 10 км і більше – у гірських умовах, 25 км і більше – у рівнинних умовах, а також навколо озер і водоймищ площею 100 га і більше на землях лісового фонду.

Нормативи визначення загальної площі лісів зелених зон
(га на 1000 чол. населення)

Лісистість, %	Населені пункти з кількістю населення, тис. осіб					
	менше 12	12-15	50,1-100	100,1-250	250,1-500	>500
ПОЛІССЯ						
Менше 5	10	11	17	20	25	30
5-10	15	20	30	35	45	60
10,1-15	25	30	50	55	75	90
15,1-20	40	50	70	85	110	135
20,1-25	45	55	85	100	130	160
>25	55	70	105	125	165	200
ЛІСОСТЕП І СТЕП						
Менше 3	7	9	14	16	20	25
3-5	11	14	20	25	30	40
5,1-10	20	25	35	45	55	70
10,1-15	30	40	60	70	90	110
>15	45	60	85	100	130	160
ГІРСЬКИЙ КРИМ І КАРПАТИ						
Менше 5	10	13	19	20	30	35
5-10	20	25	35	40	50	65
10,1-15	30	35	55	60	80	100
15,1-20	45	55	80	90	120	145
20,1-25	50	65	95	110	160	175
>25	65	80	120	135	180	220

За наявності річок і озер меншої величини, навколо них виділяють берегозахисні ділянки лісу, ширину смуг яких визначають за нормативами виділення особливо захисних земельних ділянок лісового фонду. У лісах першої групи, що належать до інших категорій захищення з суворішим режимом ведення лісового господарства, зазначені смуги не виділяють.

Протиерозійні лісові насадження створюють у вигляді смуг та масивів з метою запобігання розмиву, змиву та видування ґрунтів на берегах балок, ярів, річкових долин, стрімких гірських схилах, кам'янистих розсипах та пісках. Частка цієї категорії лісів у загальній їхній площі сягає 10,7%.

Нормативи визначення площі лісопаркової частини лісів
зелених зон (га на 1000 осіб)

Чисельність населення,	Розмір лісопаркової зони, м
Менше 100	10
100-250	15
250,1-500	20
500,1-1000	25

Нормативи визначення ширини смуг уздовж берегів річок у рівнинній частині України

Довжина річки, км	Ширина лісових смуг, м
До 50	150
51-100	300
101-300	400
301-500	500
501-1000	750
Понад 1000	На основі спеціальних обстежень

Приполонинні ліси виділяють завширшки 200 – 500м у горах на межі з безлісною місцевістю (полонинами, яйлами). Площа лісів цієї категорії становить лише 0,1% від загальної. Уздовж залізниць з кожного боку виділяють захисні смуги завширшки 500м, уздовж автомобільних доріг державного значення – 250м.

У гірських районах ширина захисних смуг лісів у разі потреби може бути збільшена до розмірів, що забезпечують надійне збереження доріг і безпеку руху. Частка захисних насаджень уздовж залізниць та автомобільних шляхів сполучення державного значення у загальній площі лісів становить 3,9%.

До державних захисних лісових смуг належать насадження лінійного типу, спеціально створені для виконання ними кліматорегулюючих, ґрунтозахисних і водоохоронних функцій. Байрачними вважають захисні степові ліси, прилеглі до балок, а степовими перелісками – роз'єднані ділянки лісових насаджень у понижених частинах рельєфу. Байрачні степові ліси займають 10,8% площі земель лісового фонду.

Лісові насадження на землях сільськогосподарських підприємств виконують переважно водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні функції і мають обмежене експлуатаційне значення. Вони представлені, в основному, молодняком. Стиглі та перестійні деревостани займають лише 7,8% площі вкритих лісовою рослинністю земель.

Залежно від основного призначення і місцерозташування на землях сільськогосподарських підприємств розрізняють такі види захисних лісових смуг:

- *полезахисні лісові смуги на орних незрошуваних землях* – знижують швидкість вітру і затримують на полях сніг, підвищують вологість та родючість ґрунту, зменшують випаровування вологи, перешкоджають розвіюванню ґрунтів, поліпшують мікроклімат і гідрологічний режим території, захищають сільськогосподарські культури від посух, суховіїв, пилових бур, підвищують їхню врожайність;

- *полезахисні лісові смуги на зрошуваних землях і вздовж зрошувальних каналів* – знижують втрати води при випаровуванні, послаблюють процеси вторинного засолення ґрунтів, захищають сільськогосподарські культури від суховіїв та підвищують їхню урожайність;

- *снігорозподільні лісові смуги на схилах* – сприяють рівномірному розміщенню снігу, затриманню і регулюванню поверхневого стоку, зменшенню змиву і розмиву ґрунтів, нагромадженню в них вологи, підвищенню врожайності сільськогосподарських культур;

- *садозахисні лісові смуги* – поліпшують мікроклімат у садах, розсадниках, виноградниках на плантаціях, підвищують урожайність садів;

- *прибалкові та прияружні лісові смуги* – скріплюють ґрунт, сприяють господарському використанню малопродуктивних земель, поліпшують мікроклімат.

Конструкція лісових смуг характеризується особливостями вітропроникності їхнього поздовжнього профілю. За *конструкцією* лісові смуги поділяють на продувні, ажурні і щільні. Визначають конструкцію за наявністю та характером розподілу наскрізних просвітів між стовбурами і в кронах дерев та їхньою площею у відсотках.

Найефективнішими вважаються полезахисні, водорегулювальні та садозахисні смуги продувної та ажурної конструкцій. Захисні лісові смуги вздовж каналів, навколо ставків і водосховищ, прибалкові та прияружні лісові смуги рекомендується створювати щільної конструкції. Відстань між поздовжніми полезахисними смугами не має перевищувати:

- на сірих лісових ґрунтах та опідзолених і вилужених чорноземах – 600 м;
- на типових і звичайних чорноземах – 500 м;
- на південних чорноземах – 400 м;
- на темно-каштанових – 350 м, світло-каштанових – 250 м;
- на піщаних ґрунтах лісостепу – 400 м, степу – 300м.

Полезахисні лісові смуги на зрошуваних землях створюють уздовж меж полів сівозмін, уздовж постійних каналів і доріг, а також уздовж природних водозливів усередині зрошуваної площі. Відстань між поздовжніми лісовими смугами на зрошуваних ділянках приймають від 400 до 600 м, між поперечними – до 1500 м.

Лісові смуги вздовж каналів створюють, як правило, з одного боку: південного – у разі широтного напряму каналів, і західного або східного (залежно від конкретних умов) – у разі меридіанного.

Водорегулювальні (снігорозподільні) лісові смуги створюють на схилах крутизною понад 2° упоперек нього, а на водозборах з різностороннім напрямом схилів – у напрямку горизонталей зі спрямленням уздовж улоговин. Відстань між смугами на схилах крутизною менше 4° не має перевищувати 350-400 м, на схилах більшої крутизни її зменшують удвічі.

Садозахисні лісові смуги створюють, як і полезахисні, у вигляді мережі взаємодіючих лісосмуг на значних за площею садах з розміщенням 300х300 або 300х100 м. На південних чорноземах і каштанових ґрунтах ці відстані зменшують до 200х200 м. У садах площею до 20 га смуги розміщують лише вздовж їхніх меж.

Виходячи з лісівничої і лісомеліоративної характеристики лісових смуг, урахування лісорослинних умов, з метою поліпшення їхніх якісних показників, біологічної стійкості та меліоративної ефективності призначають відповідні господарські заходи на ревізійний (розрахунковий) період. Призначаючи господарські заходи, керуються нормативно-технічними документами – правилами, інструкціями та спеціальними інструктивними вказівками щодо проектування і вирощування захисних лісових смуг, проведення рубок догляду в них та іншими документами, затвердженими в установленому порядку.

Нормування лісогосподарського вирубування. Постійне користування лісом можливе за умови, що в господарстві завжди є частка стиглих, придатних для рубки, деревостанів, а в ідеалі – за такої вікової структури, коли в лісі є насадження різного віку, починаючи з одного року і закінчуючи віком стиглості, за яким встановлено оборот рубки. Крім того, кожне із цих насаджень має займати одну й ту саму площу, бути розташованим у просторі таким чином, щоб забезпечувалось збереження в процесі вирубування підростаючих дерев, що залишаються на ділянці. Важливим завданням лісового господарства є вирощування дерев, що за своєю якістю та розмірами сортиментів, які можуть бути з них отримані, найповніше відповідають поставленим вимогам.

Еталон лісу, що відповідає усім переліченим вимогам, називають *нормальним лісом.* Він слугує теоретичною моделлю, на яку слід спрямовувати ведення лісового господарства. Характер насаджень, крім природних умов їхнього місця розташування, визначає спосіб створення та прийнятий спосіб вирубування. Суцільне вирубування та штучне лісовідновлення формують одновікові прості насадження, поступові насіннєві рубки з тривалим терміном відновлення – різновікові та багатоярусні деревостани.

У нормальному лісі відсутні невкриті лісовою рослинністю землі, лісосіки вирубують і восени того самого року або навесні наступного на зрубах створюють лісові культури.

У разі, коли в господарстві проводять поступові рубки і відновлення лісу

відбувається не водночас, а за тривалий час, на одних і тих самих ділянках можуть бути насадження наймолодшого та найстаршого віків.

Ознакою нормального лісу є нормальне просторове розміщення насаджень. Його необхідність зумовлюється вимогами лісовідновлення, охорони та захисту лісу, лісоексплуатації.

Успішне відновлення зрубів, особливо при орієнтуванні на природні процеси поновлення, можливе за незначної ширини лісосіки. Разом з тим, з точки зору заготівлі деревини, бажаною є концентрація рубок головного користування на значній площі.

Вимоги охорони та захисту лісу зумовлюють потребу встановлювати для кожного конкретного господарства такий порядок розташування насаджень у просторі, який давав би найбільшу користь і зводив до мінімуму неминучі втрати.

Встановлюючи розмір головного користування, лісовпорядкування має базуватись на такому співвідношенні між цим показником та щорічним об'ємним приростом, яке б забезпечувало можливість неперервного лісокористування. Таке користування можливе у лісі, який складається з насаджень різного віку, починаючи з молодих і закінчуючи стиглими.

Найкращими, з погляду екології, для збереження захисних, естетичних і рекреаційних функцій лісу є добровільно-вибіркові рубки – єдиний спосіб вибіркових рубок. Під час добровільно-вибіркової рубки періодично вирубується частина дерев перестиглого і стиглого віку, але таким чином, що завжди ділянка залишається вкритою лісовою рослинністю, ліс підтримується у здоровому стані, водночас дозволено використовувати найкрупнішу і найціннішу деревину. Безперервно відбувається лісопоновлення. Тим самим насадження ефективніше використовують світловий фактор, покращують лісові ландшафти, що особливо важливо для деяких категорій приміських лісів.

У полезахисних лісових смугах роблять тільки рубки догляду, санітарні рубки, рубки, пов'язані з реконструкцією насаджень та лісовідновні рубки в деревостанах, що втрачають свої захисні властивості. У зв'язку з цим для смуг вік рубок не встановлюють, а для розподілу насаджень на вікові групи під час обліку лісів керуються віком природної стиглості, який збільшують на один клас віку порівняно з оптимальним віком головної рубки, встановленим для лісів першої групи.

Рубки догляду в лісових смугах проводять з метою підвищення їхніх захисних функцій. Цього досягають формуванням необхідних конструкцій і породного складу деревостанів, створенням найкращих умов для росту головних порід, попередженням сніголамів, поліпшенням санітарного стану, запобіганням розростанню узлісь.

Санітарні рубки у захисних насадженнях проектують з метою їхнього оздоровлення та ліквідації захащеності. Вони мають, в основному, вибірковий характер і проводяться до настання віку природної або відновлювальної стиглості у поєднанні з іншими профілактичними, а також винищувальними заходами боротьби зі шкідниками та хворобами лісу.

Чинні „Санітарні правила в лісах України №555 від 27.07.1995" обов'язкові під час ведення господарства в усіх захисних лісових смугах. У разі появи в лісових смугах масового всихання дерев, пов'язаного з тривалим впливом несприятливих кліматичних або інших факторів, призначають суцільні санітарні рубки з розрахунку на отримання порослевого поновлення.

У насадженнях з ослабленою життєдіяльністю внаслідок старіння санітарні рубки припиняють і замінюють суцільними лісовідновними рубками з подальшою посадкою нових культур або порослевим відновленням. Обсяги санітарних рубок встановлюють, виходячи зі стану насаджень на рік лісовпорядкування і терміну вирубки сухостійних та пошкоджених дерев. Тривалість терміну вирубки 2-5 років залежно від обсягів рубок і виробничої

можливості їх проведення. Щорічний обсяг санітарних рубок розраховують шляхом ділення запасу деревини, що підлягає вирубуванню, на встановлений термін проведення рубок.

Лісовідновні рубки з подальшим висаджуванням нових культур проектують у насадженнях, що втрачають свої захисні функції, як правило, у віці природної стиглості. Згідно з рішенням першої лісовпорядної наради, в насадженнях листяних порід, повноцінних за складом і густотою, лісовідновні рубки можна призначати у віці відновлювальної стиглості за умови одержання задовільного порослевого поновлення. Орієнтовний вік порослевої відновлювальної стиглості головних деревних порід у лісових смугах наведено в *таблиці*.

Орієнтовний вік порослевої відновлювальної стиглості головних деревних порід у лісових смугах

Деревні породи	Вік відновлювальної стиглості за зонами, років	
	Лісостеп	Степ
Дуб звичайний високостовбурний	61-70	51-60
Дуб звичайний низькостовбурний	51-60	41-50
Ясен звичайний	61-70	
Ясени ланцетний і пухнастий	-	
Акація біла, гледичія	41-45	41-50
В’яз приземистий	-	36-40
Береза повисла	41-50	-
Тополя (канадська, пірамідальна, бальзамічна, Симона, Болле)	31-35	26 -30

Щорічний розмір лісосіки за лісовідновними рубками визначають шляхом ділення площі та запасу насаджень, що потребують лісовідновних рубок, на прийнятий другою лісовпорядною нарадою термін вирубування (заміни).

Реконструкції шляхом суцільної вирубки з розкорчуванням пеньків та наступним створенням нових лісових смуг підлягають насадження, що відмирають і які значною мірою втратили свої захисні якості, а також деревостани, породний склад яких не відповідає умовам місцезростання, і рубками догляду не можна поліпшити їхню життєздатність та сформувати потрібну конструкцію.

Лекція № 20

Нормування використання об’єктів тваринного світу.

План лекції

1. Нормування використання об’єктів тваринного світу.
2. Пропускна спроможність мисливського господарства.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Нормування використання об'єктів тваринного світу. Мисливське господарство тісно пов'язано з лісовим господарством, оскільки тварини в лісі знаходять надійні захисні умови та великі запаси їжі порівняно з ландшафтами відкритого простору. Як побічний вид користування лісом, мисливське господарство перебуває в тісному контакті з лісовим господарством бо виконують функції, що спрямовані на збереження фауни, на її стан тощо. Біоценотична сутність лісу включає взаємозв'язок усіх компонентів, у тому числі і тваринного світу.

Для планового, науково обґрунтованого використання мисливських ресурсів створюють спеціалізовані господарства. Раціональне ведення мисливського господарства потребує аналізу річного обороту популяцій тварин. Підтримування біологічної повноцінності, високої продуктивності та стійкості популяцій зберігається лише у разі науково обґрунтованої експлуатації поголів'я певного виду.

Під пропускною спроможністю мисливського господарства розуміють кількість мисливських днів на рік, що надають мисливцям для проведення полювання в угіддях цього господарства без шкоди для ресурсів мисливських тварин. Пропускна спроможність залежить від ємності мисливських угідь, чисельності в них мисливських тварин і темпів приросту їхньої популяції. Безпосередньо пропускну спроможність визначають нормами відстрілювання мисливських тварин та птахів у конкретній ситуації.

Планову пропускну спроможність розраховують на основі обліку чисельності мисливських тварин та річних норм їхнього відстрілювання, а також індивідуальних норм добування тварин:

$$П = \sum \frac{C_n}{H_n} = \frac{C_1}{H_1} + ... + \frac{C_n}{H_n},$$

де $П$ – планова річна пропускна спроможність, «мисливце-днів»; C_n – кількість дичини за видами мисливських тварин, яку планують відстріляти за сезон; H_n – сумарна індивідуальна щоденна норма відстрілювання на одного мисливця за кожним із дозволених до відстрілювання видів мисливських тварин.

Упродовж всього періоду експлуатації мисливської фауни полювання у ділянках, відведених для репродукції поголів'я заборонено. Плануючи полювання, необхідно враховувати те, що одночасне полювання на всій території господарства негативно впливає на загальну чисельність фауни і спричинює міграцію за межі господарства. Тому полювати можна одночасно не більше як на 60-70% території експлуатаційного фонду.

Рекомендації за способами полювання діють для кожного конкретного господарства. При цьому враховують видовий склад тварин, кваліфікацію та оснащеність мисливців, а також доступність мисливських угідь та їхні особливості.

Будь-який вид вилучення тварин потрібно проводити за обґрунтованим планом, що зумовлює підтримання життєстійкості і продуктивності популяцій на оптимальному рівні, тобто на рівні господарсько допустимої щільності. У зв'язку з цим, а також через необхідність суворо регулювати експлуатацію поголів'я диких тварин, крім оптимальної щільності було запроваджено поняття мінімальної щільності мисливських тварин на 1000 га угідь.

Мінімальна щільність – це така щільність, яка дає можливість почати експлуатацію поголів'я в мінімальних розмірах.

Охорона та використання рибних запасів також регулюються положенням і правилами рибальства, розробленими відповідно до місцевих умов. Їх дотримання є обов'язковим як для

підприємств, що ведуть промисловий вилов риби, так і для громадян, які займаються аматорською риболовлею.

Положення і правила рибальства забороняють добування риби біля гребель і шлюзів ближче ніж за 500 м між устоями мостів.

Забороняється також добування риби способами і знаряддями, що завдають значної шкоди: вибуховими і отруйними речовинами, острогою, вогнепальною зброєю, шляхом обладнання загат тощо. Забороняється забруднювати водойми та їх береги, самовільно проводити днопоглиблювальні і вибухові роботи.

Виловлювання риби в більшості водойм припиняються на час нересту.

Порушення законів і правил охорони рибних запасів тягне за собою карну, адміністративну, дисциплінарну і матеріальну відповідальність.

Особливий нормативний акт про стан тварин, які опинилися під загрозою зникнення і є рідкісними – Червона книга України, яка має статус офіційного документа. До неї внесено відомості про зникаючих тварин і тих, що підлягають особливій охороні.

Для ефективної організації охорони і захисту видового різноманіття, угруповань, рослинних та тваринних ресурсів, їх раціонального використання, відтворення, здійснення систематичного контролю за їх якісними і кількісними змінами та відомостями про стан біологічних ресурсів, створюються спеціальні кадастри рослинного та тваринного світу.

Лекція № 21

Визначення категорії небезпечності підприємства.

План лекції

1. Визначення категорії небезпечності підприємств в залежності від шкідливості виробництва та технологічного процесу.
2. Категорії небезпечності підприємств і граничні значення КНП.
3. Категорії та групи небезпечних речовин для ідентифікації об’єктів підвищеної небезпеки

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Для забезпечення ефективного захисту повітряного басейну та контролю за ступенем забрудненості повітря проводять визначення категорії небезпечності підприємств, залежно від маси, виду та складу забруднювальних речовин, що викидаються у атмосферу. В залежності від категорії небезпечності підприємства здійснюється облік викидів забруднювальних речовин у атмосферне повітря і запроваджується періодичність контролю за викидами підприємств, а також визначається розмір санітарно-захисних зон від джерел забруднень до житлових районів.

Категорію небезпечності підприємств (КНП) розраховують:

$$КНП = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{M_i}{ГДК_{СД}} \right)^{\alpha_i}$$

де $Ì_з$ - маса викиду і-тої речовини, т/рік; $ÃÄÊ_{ÑÄ}$ - середньодобова гранично допустима концентрація і-тої речовини, $ìã/ì^3$, n – кількість шкідливих речовин, які викидаються підприємством і забруднюють атмосферу, a_i - безрозмірна стала, яка дозволяє порівняти ступінь шкідливості і-тої речовини зі шкідливістю сірчистого газу.

Коефіцієнт a_i визначає клас небезпечності речовини:

- $\alpha_i = 1{,}7 - I$; - $\alpha_i = 1{,}3 - II$; - $\alpha_i = 1{,}0 - III$; - $\alpha_i = 0{,}9 - IV$.

За величиною КНП підприємства поділяються на 4 категорії небезпечності, а також призначається санітарно-захисна зона від джерел забруднень до житлових районів

Категорії небезпечності підприємств і граничні значення КНП

Категорії небезпечності	Значення КНП	СЗЗ, м
I	$\geq 10^8$	1000
II	$10^8 > КНП \geq 10^4$	500
III	$10^4 > КНП \geq 10^3$	300
IV	$< 10^3$	100

Категорії та групи небезпечних речовин для ідентифікації об’єктів підвищеної небезпеки визначені Нормативами порогових мас небезпечних речовин для ідентифікації об’єктів підвищеної небезпеки, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. № 956 .

Для ідентифікації об’єктів підвищеної небезпеки до небезпечних речовин за їх властивостями відносяться такі категорії речовин:

1. горючі (займисті) гази;
2. горючі рідини;
3. горючі рідини, перегріті під тиском;
4. вибухові речовини;
5. речовини-окисники;
6. високотоксичні та токсичні речовини;
7. речовини, які становлять небезпеку для довкілля (високотоксичні для водних організмів).

Деякі небезпечні речовини внаслідок специфічних особливостій, фізико-хімічних, вибухопожежонебезпечних та токсичних власивостій речовини віднесені до індевідуальних небезпечних речовин. Індивідуальними небезпечними речовинами вважаються речовини та суміші речовин, для яких встановлено значення нормативів порогових мас, що відрізняються від значень нормативів порогових мас тих категорій, до яких ці речовини можна віднести за їх властивостями (Додаток 1 до Нормативів).

Також звертаємо увагу, що згідно Порядоку ідентифікації та обліку об’єктів підвищеної небезпеки затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. № 956, у разі коли небезпечна речовина може бути віднесена одночасно до кількох категорій

небезпечних речовин, використовується значення речовини у тій категорії, в якій її порогова маса найменша.

За видами аварій, що можуть статися виходячи з властивостей небезпечних речовин, та за впливом уражальних факторів цих аварій категорії небезпечних речовин об'єднуються в групи:

- група 1 (вибух) – горючі (займисті) гази, горючі рідини, перегріті під тиском, ініціюючі (первинні), бризантні (вторинні) та піротехнічні вибухові речовини, речовини-окислювачі, речовини, які вступають у бурхливу реакцію з водою з виділенням горючих та/або вибухонебезпечних чи токсичних газів;
- група 2 (пожежа) – горючі (займисті) гази, горючі рідини, горючі рідини, перегріті під тиском, речовини-окисники, а також речовини, які вступають у бурхливу реакцію з водою з виділенням горючих та/або вибухонебезпечних чи токсичних газів;
- група 3 (шкідливі для людей і довкілля) – високотоксичні речовини, токсичні речовини, речовини, які становлять небезпеку для довкілля (високотоксичні для водних організмів), речовини, які становлять небезпеку для довкілля (токсичні для водних організмів) та/або можуть здійснювати довгостроковий негативний вплив на водне середовище, а також речовини, які вступають у бурхливу реакцію з водою з виділенням горючих та/або вибухонебезпечних чи токсичних газів.

Лекція № 22

Нормування розмірів санітарно-захисної зони.

План лекції

1. Порядок організації санітарно-захисної зони підприємства.
2. Встановлення та розрахунок санітарно-захисної зони підприємства.
3. Коригування розмірів санітарно-захисної зони.
4. Критичні антропогенні навантаження на урбанізовану територію.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Нормування розмірів санітарно - захисної зони. *Санітарно-захисні зони (СЗЗ)* - це ділянки землі навколо об'єктів господарської діяльності, що відокремлюють їх від житлових масивів з метою зменшення шкідливих впливів цих об'єктів на здоров'я людини.

Для промислових підприємств СЗЗ розташовують з підвітряного боку і засаджують деревами та чагарниками, що мають бактерицидні властивості.

Згідно з санітарними нормами проектування промислових підприємств, виділяють п'ять класів промислових об'єктів завширшки від 50 до 3000 м з урахуванням ступеня забруднення поблизу виробництва. В *табл. 2.16* наведені розміри СЗЗ залежно від класу промислового об'єкту.

Відстань від джерела викидів до зовнішніх меж СЗЗ за напрямком румбів з урахуванням рози вітрів визначається за формулою

$$L = L_0 \times \frac{P}{P_0},$$

де L - розрахункова відстань від джерела викидів до межі СЗЗ, м; L_0 - нормативний розмір СЗЗ, м; P - середньорічна повторюваність напрямку вітру румба, що розглядається, %; P_0 - повторюваність вітру одного румба при круговій розі вітрів, % .

Розміри СЗЗ для промислових об’єктів

Клас об'єктів	СЗЗ, м	Промислові об'єкти
1А	3000	Особливо небезпечні об'єкти (АЕС тощо)
1Б	1000	Хімічні, нафтопереробні, паперово-целюлозні та металургійні заводи. Підприємства, що займаються випалюванням коксу, видобутком нафти, природного газу та кам'яного вугілля.
2	500	Цементові, гіпсові, вапнякові та азбестові заводи. Підприємства, що виробляють свинцеві акумулятори, видобувають горючі сланці та буре вугілля.
3	300	Підприємства з виробництва скловати, керамзиту, толю й руберойду, вугільних виробів для електро промисловості, різних лаків та оліфи. Заводи залізобетонних виробів, асфальтобетоні, кабельні заводи та ін.
4	100	Підприємства металообробної промисловості, машинобудівні заводи, електропромисловість, виробництво не ізольованого кабелю, котлів, цегли.
5	50	Підприємства легкої промисловості, металообробної промисловості без ливарних цехів, друкарні, виробництва харчової промисловості та ін.

Коригування розмірів санітарно-захисної зони

Санітарно-захисна зона для підприємств та об’єктів, що проєктують із упровадженням нової технології або реконструюють, може бути ***збільшена*** за необхідності та належного техніко-економічного й гігієнічного обґрунтування, але не більше ніж у 3 рази, у випадках:

- відсутності способів очищення викидів;
- неможливості знизити надходження в навколишнє середовище хімічних речовин, електромагнітних й іонізованих випромінювань та інших шкідливих чинників до меж, установлених нормативами;
- у разі розташування житлової забудови, оздоровлювальних та інших прирівняних до них об’єктів із підвітряного боку відносно підприємств у зоні можливого забруднення атмосфери.

Розміри санітарно-захисної зони можуть бути ***зменшені***, коли в результаті розрахунків і лабораторних досліджень, проведених для району розташування підприємств або іншого виробничого об’єкта, буде встановлено, що на межі житлової забудови та прирівняних до неї об’єктів концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі, рівні шуму, вібрації, ультразвуку, електромагнітних та іонізованих випромінювань, статичної електрики не перевищуватимуть гігієнічні нормативи.

Важливо!

У разі організації нових, не вивчених із санітарно-гігієнічного боку виробництв і технологічних процесів, а також будівництва (реконструкції) великих підприємств I і II класів небезпеки та їх комплексів, що можуть несприятливо впливати на навколишнє середовище та здоров'я населення, розміри санітарно-захисних зон слід встановлювати у кожному конкретному випадку з урахуванням даних про ступінь впливу на навколишнє середовище аналогічних об'єктів, які функціонують у державі та за її кордоном, і відповідних розрахунків.

Критичні антропогенні навантаження на урбанізовану територію.

Безпека і захист довкілля від антропогенного впливу, збереження екологічної рівноваги на певній території залежить не тільки від особливостей господарств, але й від ступеня відповідності урбаністичних структур природно-ландшафтним особливостям території. Розгортання процесів урбанізації привело до великої полярності в розподілі населення по території, до концентрації його у великих містах і агломераціях, в урбанізованих районах, які стали ареною особливо глибоких змін у природному середовищі.

У зв'язку з цим особливу актуальність набувають питання щільності населення на урбанізованих територіях, які в свою чергу пов'язані з проблемою раціонального розподілу місцевості на ділянки різного функціонального призначення.

Збереження екологічної рівноваги в регіональних системах розселення може бути забезпечено в результаті дотримання таких містобудівних принципів:

- *формування екологічно збалансованого природного каркасу* розселення на основі раціонального територіального розподілу;
- *раціонального господарського зонування території*, яке забезпечує максимальну ефективність природокористування;
- *врахування територіальної локалізації природо обмінних процесів* в містобудівному районуванні закономірностей з метою обмеження антропогенного тиску на природні ландшафти;
- *розгляд* природного ландшафту у його динаміці.

Різні підходи до визначення критичних антропогенних навантажень на урбанізовану територію і раціонального її використання:

- більшість з них базується на санітарно-гігієнічних критеріях, або на забезпеченості населення зонами різного функціонального призначення;
- в Німеччині вважають критичною щільність населення в межах міської агломерації від 100 до 1500 осіб на 1 км^2. Територія агломерації розподіляється так: промисловість, селітебні, транспортні комунікації - 28%; зони відпочинку, сільськогосподарські угіддя - 42%; ліси, акваторії - 30%;
- за даними американських авторів, урбанізовані території, сільськогосподарські землі і відкриті простори повинні співвідноситися як 1:1:1, а екологічною нормою для однієї людини можна вважати 3 га території;
- в Польщі вважають граничними для ядра агломерації 3000-5000 осіб, для агломерації у цілому - 800-2000 осіб і для урбанізованого району - 300-1000 осіб на 1 км^2.

Загальноприйнятим є те, що важливим елементом розселення в межах щільно населених територій (більше 50 осіб на 1 км^2) є визначення демографічної ємності території, тобто того максимального числа людей, які можуть бути розміщені в межах району при забезпечені найбільш важливих потреб населення за рахунок місцевих ресурсів.

При проектуванні регіональних систем розселення доцільно виділяти три специфічні зони:

- найбільшої господарської активності;

- екологічної рівноваги;
- буферну.

Зони найбільшої господарської активності в умовах середньої смуги передбачають, що в їх межах щільність населення не повинна перевищувати 50- 60 осіб на 1 км^2.

Зони екологічної рівноваги повинні бути збережені для відновлення найважливіших природних ресурсів.

В зонах екологічної рівноваги встановлюються найбільш строгі господарські та екологічні режими: обмеження у розміщенні нових промислових виробництв, утримання росту великих міст та нового транспортного будівництва: заборона всіх видів вирубки лісів, окрім санітарних, розширення мережі парків, заказників, охоронних ландшафтів, підтримка лісистості на рівні 40-50%, збереження чистоти водоймищ, заборона полювання, регламентація застосування пестицидів, застосування біологічних методів боротьби з шкідниками, тощо.

Буферні зони повинні бути передбачені на стикові меж регіональних систем розселення, в задачу яких входить компенсація екологічної неповноцінності деяких систем розселення в найбільш щільно заселених районах. Ширина таких «швів» між регіональними системами повинна бути не меншою 100-150 км.

При формуванні екологічного каркасу просторової організації розселення необхідно враховувати і стійкість екосистем різних природних зон. Так, в арктичній та тундровій зонах природні екосистеми повинні займати не менше 98% території, у північній зоні тайги та у гірських тайгових зонах - не менше 80-90%, у зоні південної тайги - не менше 50%, у лісостеповій зоні і зоні широколистяних лісів-30-35%, у степовій зоні - 20-40%. В конкретних умовах можлива суттєва деформація каркасу на всіх його територіальних рівнях.

На території локальних систем розселення необхідно виділяти:
- центральне ядро;
- зону обмеженого розвитку;
- зону переважаючого розвитку населених місць.

Центральне ядро включає місто-центр, необхідні резервні території для його розвитку та лісопарковий захисний пояс.

Зона обмеженого розвитку формується навколо ядра, внутрішнім обмеженням якої є лісопарковий пояс. За шириною вона повинна бути достатня для захисту проти зростання населення місць системи у агломерацію і одночасно служити базою короткочасного відпочинку населення.

Зона активного розвитку розташовується за зовнішньою межею зони обмеженого розвитку.

Державні будівельні норми України. Планування та забудова територій ДБН Б.2.2-12:2019

Одним з найважливіших інструментів впровадження сталого розвитку є планування і забудова територій. Містобудівна документація - це насамперед стратегічна документація з розвитку.

Лекція № 23

Порядок встановлення нормативів збору за забруднення довкілля.

План лекції

1. Нормативи і розміри збору за забруднення довкілля. Об’єкти обчислення зборів.
2. Нормативи збору за викиди у атмосферне повітря забруднювальних речовин від стаціонарних і пересувних джерел забруднення.
3. Нормування зборів за скиди забруднювальних речовин у водні об’єкти.

4. Нормування зборів за розміщення відходів.
5. Ліміти на розміщення відходів. Плата за забруднення довкілля

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

Нормативи збору за забруднення навколишнього природного середовища встановлюються як фіксовані суми в гривнях за одиницю основних забруднюючих речовин та розміщення відходів. Нормативи збору встановлюються відповідно до виду забруднюючих речовин та класу небезпеки відходів.

Платниками збору є суб'єкти підприємницької діяльності незалежно від форм власності.

Об'єктами обчислення збору є:

- для стаціонарних джерел забруднення – обсяги забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря або скидаються безпосередньо у водний об'єкт, та обсяги відходів, що розміщуються у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах;

- для пересувних джерел забруднення – обсяги фактично використаних видів пального в результаті спалювання яких утворюються забруднюючі речовини.

Розміри платежів за забруднення довкілля визначаються на підставі лімітів забруднюючих речовин, що встановлюють для підприємств з урахуванням гранично допустимих викидів і скидів кожного інгредієнта в тоннах за рік. За понадлімітні викиди та скиди забруднюючих речовин і розміщення відходів встановлюють платежі в 5 разів вищі порівняно з базовими нормативами плати.

Плату за викиди стаціонарними джерелами забруднення $(П_{ВС})$ обчислюють за формулою:

$$П_{ВС} = \sum_{i=1}^{n}\left[М_{лі} \times Н_{бі} \times К_{нас} \times К_{ф} + М_{пі} \times Н_{бі} \times К_{нас} \times К_{ф} \times К_{п}\right],$$

де $М_{лі}$ - обсяг викиду і-ї забруднюючої речовини в межах ліміту, т; $М_{пі}$ - обсяг понадлімітного викиду (різниця між обсягом фактичного викиду та ліміту і-ї забруднюючої речовини), т; $Н_{бі}$ - норматив збору 1 тони і-ї забруднюючої речовини, грн./т; $К_{нас}$ - коригувальний коефіцієнт, що враховує чисельність жителів населеного пункту ($К_{нас} = 1$ для населених пунктів до 100 тис.осіб, $К_{нас} = 1{,}8$ для населених пунктів понад 1000 тис. осіб); $К_{ф}$ - коригувальний коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту (для центрів місцевого значення з переважним аграрно-промисловими функціями $К_{ф} = 1$, для багатофункціональних центрів $К_{ф} = 1{,}25$, для курортних центрів - $К_{ф} = 1{,}65$); $К_{п}$ - коефіцієнт кратності збору за понадлімітний викид у атмосферу забруднюючих речовин, $К_{п} = 5$.

Суму збору за викиди пересувними джерелами забруднення $(П_{ВП})$ обчислюють відповідно до кількості фактично використаного палива та його виду на підставі нормативів збору за ці викиди та коригувальних коефіцієнтів і визначають за формулою

$$П_{ВП} = \sum_{i=1}^{n} M_i \times Н_{бі} \times К_{нас} \times К_ф ,$$

де M_i -кількість використаного палива і-го виду, т; $Н_{бі}$ - норматив збору за 1 тону і-го палива, грн./т; $К_{нас}$- коригувальний коефіцієнт, що враховує чисельність жителів населеного пункту; $К_ф$ - коригувальний коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту.

Збір, який справляється за викиди пересувними джерелами забруднення, відноситься на валові витрати виробництва та обігу. Суми збору обчислюються платниками збору самостійно на підставі нормативів збору за ці викиди виходячи з кількості фактично використаного пального та його виду і коригуючих *коефіцієнтів*.

Нормативи збору за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти. *Ліміти скидів* у водні об'єкти державного значення дня первинних водокористувачів визначаються у дозволах на спеціальне водокористування, які видають органи Мінекобезпеки. Ліміти скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти місцевого значення для первинних водокористувачів визначаються у дозволах на спеціальне водокористування, які видаються місцевими державними адміністраціями, а в містах обласного значення - виконавчими органами рад за поданням органів Мінекобезпеки.

Обсяги скидів, пов'язаних з проведенням планового ремонту каналізаційних мереж і споруд, включаються до загального ліміту скидів. Збір, який справляється за ці скиди, нараховується як за скиди, що приводяться в межах установлених лімітів. У разі перевищення погодженого обсягу скидів та порушення умов їх проведення, пов'язаних з плановим ремонтом каналізаційних мереж і споруд, плата обчислюється як за понадлімітні скиди, а збитки, заподіяні навколишньому природному середовищу, відшкодовуються в установленому законодавством порядку. За понадлімітні обсяги викидів, скидів і розміщення відходів збір обчислюється в установленому порядку в п'ятикратному розмірі. У разі відсутності у платників збору затверджених в установленому порядку лімітів викидів, скидів і розміщення відходів збір справляється як за понадлімітні викиди, скиди та розміщення відходів відповідно до їх обсягів.

Нормативи плати, що справляються за скиди, обчислюються, згідно до Постанови Кабінету Міністрів України, платниками самостійно щоквартально наростаючим підсумком з початку року на підставі затверджених лімітів, виходячи з фактичних обсягів скидів, нормативів збору та коригувального коефіцієнта. У разі скидання забруднюючих речовин в озера, ставки та інші непроточні водні об'єкти норматив збору, який справляється за скид забруднюючих речовин у ці водні об'єкти, збільшується у 1,5 разів.

Суми збору, який справляється за скиди (Пс) визначається за формулою:

$$П_С = \sum_{i=1}^{n} \left[\left(M_{лі} \times Н_{бі} \times К_{р.б.} \right) + \left(M_{пі} \times Н_{бі} \times К_{р.б.} \times К_п \right) \right],$$

де $M_{лі}$ - обсяг скиду і-ої забруднюючої речовини в межах ліміту; $M_{пі}$ - обсяг понадлімітного скиду (різниця між обсягом фактичного скиду і ліміту) і-ої забруднюючої речовини; $Н_{бі}$ - норматив збору за 1 тонну і-ої забруднюючої речовини, грн./т; $К_{р.б.}$ - регіональний (басейновий) коригувальний коефіцієнт, який враховує територіальні екологічні особливості, а також еколого-економічні умови функціонування водного господарства; $К_п$ - коефіцієнт кратності збору за понадлімітний скид забруднюючих речовин; $К_п = 5$.

Нормативи збору за розміщення відходів. *Ліміти на розміщення відходів* визначаються у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України і встановлюються терміном на один рік і після затвердження місцевою державною адміністрацією доводяться до власників відходів до 1 жовтня поточного року. Ліміти на утворення та розміщення відходів розробляються, затверджуються і переглядаються в порядку, затвердженому Постановою

Кабінету Міністрів України За понадлімітні обсяги розміщення відходів збір обчислюється і сплачується в п'ятикратному розмірі.

За розміщення відходів, на які не встановлено класів небезпечності, за норматив збору береться норматив збору, встановлений за розміщення відходів першого класу небезпечності.

Суми збору за розміщення відходів $(П_{РВ})$ обчислюють на підставі затверджених лімітів, враховуючи фактичні обсяги розміщення відходів, нормативи збору та коригувальні коефіцієнти, визначаються за формулою:

$$П_{РВ} = \sum_{i=1}^{n}\left[\left(M_{лі} \times H_{бі} \times K_m\right) + \left(M_{пі} \times H_{бі} \times K_n \times K_0 \times K_m\right)\right],$$

де $M_{лі}$ - обсяг відходів і-того виду в межах ліміту (згідно з дозволами на розміщення) у тоннах (г); $M_{пі}$ - обсяг понадлімітного розміщення відходів (різниця між обсягом фактичного розміщення відходів і лімітом) і-того виду, т; $H_{бі}$ - норматив збору за тонну відходів і-того виду в межах ліміту, у гривнях за тонну (грн. /т); K_m - коригувальний коефіцієнт, який враховує розташування місця розміщення відходів (*табл. 2.23*); K_0 - коригувальний коефіцієнт, який враховує характер обладнання місця розміщення відходів; K_n - коефіцієнт кратності збору за понадлімітне розміщення відходів, $K_n = 5$.

Коригувальний коефіцієнт, який враховує характер обладнання місця розміщення відходів, наведено в *таблицях.*

Коефіцієнт, який встановлюється залежно від характеру місця розміщення відходів

Місце (зона) розміщення відходів	Коефіцієнт
В адміністративних межах населених пунктів або на відстані менше 3 км від них	3
За межами населених пунктів (на відстані більше 3 км від їх меж)	1

Коефіцієнт, який встановлюється залежно від характеру місця розміщення відходів

Характер місця розміщення відходів	Коефіцієнт
Спеціально створені місця складування (полігони), що забезпечують захист атмосферного повітря та водних об'єктів від забруднення	1
Звалища, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів	3

Лекція № 24

Збитки від порушення природної рівноваги.

План лекції

1. Екологічні збитки.
2. Загальні відомості.
3. Базові величини для оцінки збитків довкіллю.
4. Методи розрахунку екологічних збитків.

Література:

1. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. Посіб. /За наук. ред.. О.І. Фурдичка. – К: Основа, 2008. – 360 с.

2. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище:навч.посіб. /А.Є. Гай, Т.В. Саєнко, О.О.Вовк, О.М. Тихенко. – К.:НАУ. 2014. – 140 с.

3. Владимирова О.Г., Сапко О.Ю**.** Нормування антропогенного навантаження на окремі складові довкілля: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. – 289 с.

Зміст лекції

На охорону навколишнього природного середовища в Україні щорічно витрачають великі кошти. Однак цього недостатньо, щоб повністю відшкодувати збитки, які завдаються природному середовищу внаслідок його забруднення. Вплив забруднень на природу, людину, будівлю, споруду, сільськогосподарські угіддя тощо оцінюють величиною екологічного збитку.

Екологічний збиток — фактичні або можливі екологічні та соціальні втрати, що виникають у результаті певних подій або явищ, в тому числі зміни природного середовища, його забруднення. Розглядають прямий та опосередкований (непрямий) збиток.

Прямий збиток виникає внаслідок безпосереднього руйнування матеріальних цінностей, погіршення умов ведення господарства та впливу на здоров'я людини. При цьому слід розглядати збиток різних часових інтервалів і ступенів впливу. Так, крім одномоментного збитку, може виникати перманентний збиток (наприклад, при ерозії та засоленні ґрунтів), латентний (прихований) збиток, який проявляється лише через певний час (переважно при дії на здоров'я людини та природні екосистеми).

Збиток опосередкований (непрямий) виникає в результаті негативної дії на продуктивні сили суспільства в цілому, в тому числі на людину. В цьому випадку спостерігається ріст захворювань, інвалідності тощо.

Екологічний збиток від забруднення природного середовища визначається сумою затрат на відшкодування збитку, спричиненого окремими джерелами в межах певної території. У всіх випадках при визначенні очікуваного збитку на основі варіантних розрахунків встановлюється мінімальна сума, призначена на попередження та компенсацію впливу забрудненого середовища. Такий підхід реалізується для оцінювання екологічного збитку в масштабах промислових комплексів та окремих технологічних процесів.

Екологічний збиток формується під впливом трьох груп факторів:

- впливу (характеризує ступінь забруднення того або іншого елемента навколишнього середовища);
- сприйняття (об'єкти, що зазнають негативного впливу забруднення);
- стану (відображає рівень нормативних економічних показників, які переводять натуральні показники у вартісні).

Для кількісної оцінки екологічного збитку використовують три основні методи:

- метод прямого розрахунку, що базується на порівнянні показників забрудненого та умовно чистого (контрольного) районів;

- аналітичний метод, що ґрунтується на отриманні математичних залежностей між показниками стану відповідної економічної системи та рівнем забруднення навколишнього середовища;

- емпіричний, суть якого полягає в тому, що залежність збитку від рівня забруднення, отримана на основі двох перших методів на окремих об'єктах, узагальнюється і переноситься на однорідні досліджувані об'єкти.

Збитки можуть виникнути внаслідок знищення елементів природного середовища, його забруднення викидами, стоками, відходами, виснаженням природних комплексів, нераціональним використанням природних ресурсів, порушенням екологічних зв’язків у середовищі існування живих організмів, в тому числі людини.

Збитки можуть проявлятися через деградацію водних комплексів, атмосфери, флори, фауни, ґрунтів, ландшафтів, погіршення здоров’я людей та скорочення тривалості їхнього життя.

Усі процеси забруднення важко врахувати і визначити величину завданих збитків. Економічній оцінці підлягає лише та частина, яку ми бачимо і можемо оцінити, а тому обчислені втрати завжди менші за реальні, вони становлять не більше 35-40 % дійсних втрат.

Оцінка негативного впливу на природу базується на двох основних альтернативних підходах. Перший враховує фактичну (по можливості - повну) оцінку завданого збитку, другий - попередні витрати на запобігання можливих збитків. Перший тип оцінок визначає фактичні збитки чи витрати, спрямовані на ліквідацію негативних наслідків дії на навколишнє середовище, другий - на потенційні збитки внаслідок негативного впливу. Цей останній іноді називають можливим (або очікуваним). Робота над ліквідацією заздалегідь передбачених збитків прогнозує впровадження різного виду захисних заходів щодо недопущення збитків.

Оцінюючи збитки, потрібно відрізняти:

- видатки на запобігання забруднення (або інші негативні явища);

- видатки на відшкодування збитків;

- видатки на відновлення забрудненого середовища.

Видатки на відвернення й запобігання забрудненню реципієнтів (населення, об’єктів комунально-побутового господарства, сільськогосподарських, лісових угідь, води, повітря, елементів основних фондів промисловості, транспорту тощо) визначаються для кожного об’єкта окремими, властивими тільки їм, формулами та спеціально опрацьованими методами. При забрудненні водоймищ їх визначають розміром видатків, необхідних для доведення води до такого стану, коли нею можна користуватися для технічних і комунально-побутових потреб.

При забрудненні повітря аналогічні витрати виникають на застосування системи очищення повітря, кондиціонерів та ін.

Для зменшення шумового забруднення враховують видатки на впровадження шумозахисних засобів, створення шумозахисних конструкцій.

Для запобігання забрудненню витрачаються кошти на збір, виділення й поховання відходів. Усі названі витрати знижують економічні збитки і не повинні належати до категорії збитків підприємств.

Дослідження, проведені у США, показали, що в структурі економічних збитків від забруднення повітря перше місце посідає здоров’я населення (37,9 %), друге - комунальне й побутове господарство (31,7 %), третє - транспорт і промисловість (29,8 %). Сільське господарство - на останньому місці (0,6 %).

Оцінка збитків здійснюється у вартісному виразі за певний період часу. Збитки можуть бути несуттєвими, коли вони не перевищують поріг чутливості екологічної системи та її стійкості, а також суттєвими, коли згаданий поріг перевищується.

Економічні збитки розраховують у п’яти видах:

1) фактичні збитки, тобто втрати або негативні зміни, що виникають від забруднення навколишнього природного середовища і можуть бути оцінені у вартісній формі у звітному періоді;

2) можливі, які спостерігатимуться в перспективі через можливе забруднення навколишнього середовища, тобто мають умовно-теоретичний характер;

3) відвернені, що становлять різницю між фактичними і можливими збитками;

4) ліквідовані - та частина збитків, на яку їх було зменшено завдяки здійсненню природозахисних заходів;

5) потенційні - збитки, що можуть бути завдані суспільству в майбутньому через нинішнє забруднення навколишнього природного середовища.

Загальний економічний збиток від впливу на природні комплекси господарської діяльності виражається формулою:

$$З_{заг} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} З_{ij} \times K_j \,,$$

де i = 1, 2, 3, … n — число видів діяльності, які призводять до збитків; j = 1, 2, 3, … m — число природних комплексів, на які впливає господарська діяльність; *Зij* — збитки від і-го виду впливів на *j*-й природний комплекс; *Kj* — коефіцієнт, що враховує стан природного комплексу.

Економічні збитки, завдані природному середовищу, можна розраховувати як суму видатків на відновлення $B_в$, відтворення $B_{від}$, оздоровлення природних комплексів $B_о$ та відшкодування збитків потерпілим від шкідливого впливу господарської діяльності $B_з$:

$$B_{заг} = B_в + B_{від} + B_0 + B_з \,.$$

На розмір збитків від забруднення навколишнього середовища впливає кількість людей, котрі можуть постраждати від забруднення навколишнього середовища; види та інтенсивність впливу забруднень на природне середовище; опосередкований вплив забруднень на довкілля та людей; зворотність наслідків та можливість їх ліквідації; час появи наслідків забруднення; можливість реалізації профілактичних заходів з ліквідації шкідливого впливу забруднень.

Відшкодування збитків від забруднення середовища існування внаслідок перевищення підприємствами установлених нормативів шкідливих викидів вираховуються, виходячи із рівня збитків в економічній системі та соціальній сфері (при забрудненні атмосфери повітря та водних джерел) в розмірі затрат держави на відновлення попередньої (існуючого до порушення законодавства) якості атмосферного повітря та водних джерел. В необхідних випадках враховуються також збитки реципієнтів в період до ліквідації допущеного забруднення, втрати рибного господарства та інших водоспоживачів та водокористувачів *таблиця*.

Згідно із Законом України «Про охорону навколишнього середовища» шкода, заподіяна внаслідок порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища, підлягає компенсації юридичними та фізичними особами, в тому числі іноземними, як правило, в повному обсязі, без застосування норм зниження розмірів стягнення і незалежно від плати за забруднення природних ресурсів.

Збитки від забруднення водних ресурсів. Об'єми скидів забруднювальних речовин та їх концентрація визначаються на підставі даних обстеження об'єктів та аналізу журналів обліку водоспоживання, водовідведення, роботи каналізаційних насосних станцій тощо з урахуванням вимог дозволів на спец водокористування та затверджених норм гранично допустимих скидів (ГДС). Визначені при цьому показники включаються в розрахункові формули.

Середню концентрацію забруднювальних речовин у стічних водах за період порушення водоохоронного законодавства визначають з усієї сукупності відібраних і підданих хімічному аналізу проб стічної води і обчислюють за формулою:

$$C_c = \frac{C_1 + C_2 + \ldots + C_n}{n},$$

де Сс — середня концентрація, що приймається як розрахункова при визначенні збитків, г/м^3; С1, С2, …, Сn — концентрація забруднювальних речовин у відібраних пробах за період порушення водоохоронного законодавства, г/м^3; *n* — кількість проб.

Економічні та соціальні збитки від забруднення навколишнього середовища

Об'єкт	Виникнення збитків	Структура витрат
Гідросфера, атмосфера, ґрунти	Збитки рибному, лісовому, комунальному, сільському господарству. Збитки промисловості, здоров'ю людей, тварин та рослинному світу, транспорту	Втрати матеріальних цінностей. Перевитрата енергії. Затрати на очистку стічних вод. Затрати на ремонт машин та споруд, затрати на відвернення зашумлення, засолення ґрунтів, на посадку зелених насаджень. Втрата працездатності людей, зниження продуктивності сільгоспугідь, якості продукції, зникнення тваринного світу, птахів та рослин, активне яроутворення, ерозія ґрунтів, ріст числа ворогів сільськогосподарських угідь та лісних масивів, виникнення небезпечних хвороб у людей, тварин, риб, птахів

Основою розрахунків величини збитків від забруднення земельних ресурсів є грошова оцінка конкретної земельної ділянки, яка на підставі Закону України «Про плату за землю» визначається та уточнюється Держкомземом України. Витрати на здійснення заходів щодо зниження чи ліквідації забруднення земельних ресурсів зростають залежно від глибини просочування забруднювальної речовини у співвідношенні 10:3, тобто зі збільшенням глибини в 10 разів витрати для ліквідації забруднення зростають утричі.

У системі показників природокористування поряд з екологічними збитками особлива роль належить і економічним збиткам від забруднення навколишнього середовища. Цей показник відбиває екологічні наслідки антропогенної діяльності, а також концентрує у собі всі негативні економічні наслідки функціонування виробництва.

Головними критеріями визначення економічних збитків є негативні зміни середовища в результаті антропогенної діяльності. Економічні збитки, як параметр, який відображає

взаємодію виробництва і середовища, може бути розрахований відносно об'єктів господарчої діяльності та елементів довкілля, що передбачає наявність системи показників.

Структура показників, які дають змогу оцінити натуральні збитки від забруднення середовища, досить різноманітна, і формування її у кожному конкретному випадку прямо залежить від обґрунтованої номенклатури *одиничних натуральних збитків***,** що підлягають оцінці. Кожний показник має самостійне значення і не може розглядатися як проста арифметична сума попередніх.

При визначенні економічних збитків у конкретному випадку необхідний індивідуальний підхід.

Для інтегрування і застосування в економічних розрахунках натуральні одиничні збитки мають бути приведені до вигляду, який дозволяє їх порівнювати, тобто необхідно провести вартісну оцінку натуральних збитків. З одного боку, вартісні показники відповідають натуральним збиткам, з іншого – розрізняють фактичний, можливий (потенційний) та відвернений збитки.

Фактичні збитки – це втрати і додаткові витрати, які склалися в умовах забруднення середовища. *Можливі (потенційні) збитки* – економічні збитки, які формуються в результаті надходження забруднюючих речовин від об'єктів у прогнозному періоді. *Відвернені збитки* – це зниження можливих (потенційних) збитків в результаті проектування або проведення заходів щодо захисту довкілля.

Економічні збитки як комплексний показник, що відображає особливості взаємодії виробництва з середовищем і здійснює вплив на головні характеристики виробничої діяльності, виконує такі функції:

- *облікову,* яка проявляється в тому, що збитки є мірою оцінки впливу господарської діяльності на середовище;

- *інвестиційну,* яка виходить із того, що яким би чином не оцінювалися економічні збитки, вони у будь-якому разі визначаються розмірами додаткових вкладень матеріальних, трудових витрат, виступають як поточні витрати та капітальні вкладення;

- *обмежувальну,* яка проявляється в тому, що об'єкти забруднювачі прямо (у вигляді штрафів) або побічно (у вигляді подорожчання вихідної сировини, підвищення захворюваності працюючих та ін.) відчувають наслідки своєї діяльності. Це потребує впровадження відповідних заходів, з метою скорочення негативних наслідків власної діяльності;

- *стимулюючу,* яка тісно пов'язана з попередньою функцією. Різного роду платежі та штрафи, які визначають на основі економічних збитків, стимулюють скорочення забруднення, і, відповідно, зменшують витрати об'єктів на компенсацію збитків.

Водночас збитки дають змогу приймати обґрунтовані з економіко-екологічного погляду рішення щодо можливості і необхідності функціонування об'єктів, черговості освоєння інвестицій на об'єктах.

Додаток Г

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

Методичні рекомендації до практичних занять

з дисципліни

«НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ»

Освітній ступінь:	Бакалавр
Галузь знань:	10 «Природничі науки»
Спеціальність:	101 «Екологія»
Освітньо-професійна програма:	«Екологія та охорона навколишнього середовища»

Укладачі:
Анжела ГАЙ, к.ф.-м.н., доц.,
доцент кафедри екології
Маргарита РАДОМСЬКА, к.т.н., доц.,
доцент кафедри екології

Методичні рекомендації до практичних занять розглянуті та схвалені на засіданні кафедри екології

Протокол №___ від «___» _____ 202__р.

Завідувач кафедри _____ Тамара ДУДАР

Практична робота №1.
Принципи та критерії визначення рівня забрудненості повітряного середовища

Основні теоретичні відомості

Під забрудненням атмосферного повітря розуміють збільшення концентрації хімічних та біологічних компонентів понад рівень, що виводить природні системи зі стану рівноваги.

Основними джерелами забруднення атмосфери є природні, промислові та побутові процеси. Їх об'єднують у такі групи:

– забруднювачі природного походження (мінеральні, рослинні, тваринні, мікробіологічні);

– забруднювачі, які утворюються у процесі згоряння палива для потреб промисловості, опалення житлових будинків, під час роботи всіх видів транспорту;

– забруднювачі, які утворюються в результаті промислових викидів;

забруднювачі, зумовлені згорянням і переробленням побутових і промислових відходів

У випадку наявності в атмосферному повітрі декількох речовин, які мають здатність до сумарної дії, сума їх концентрації не повинна перевищувати одиницю при розрахунку за виразом

$$\frac{C_1}{ГДК_1}+\frac{C_2}{ГДК_2}+...+\frac{C_n}{ГДК_n}\le 1,$$

де $C_1, C_2, ..., C_n$ – фактичні концентрації речовин в атмосферному повітрі; $ГДК_1, ГДК_2, ..., ГДК_n$ – граничнодопустимі концентрації тих самих речовин в атмосферному повітрі.

Таблиця 1.

Граничнодопустимі концентрації (мг/м^3)
деяких шкідливих речовин у атмосфері населених пунктів

Речовина	ГДК $_{м.р}$	ГДК $_{сд}$
Нітробензол	0,008	0,008
Сірчистий газ	0,5	0,05
Сірководень	0,008	0,008
Хром (шестивалентний)	0,0015	0,0015
Фосфорний ангідрид	0,15	0,05
Кіптява (сажа)	0,15	0,05
Пари сірчаної кислоти	0,3	0,1
Хлор	0,1	0,03
Чадний газ	5,0	3,0
Пари оцтової кислоти	0,2	0,06
Ацетон	0,35	0,35
Нафталін	0,003	0,003
Пеніцилін	0,05	0,002
Аміак	0,2	0,004
Пари фтороводню	0,02	0,005
Свинець	0,0003	0,03
Бенз(а)пірен	-	0,000001
Фенол	0,01	0,003
Пил нетоксичний	0,5	0,15
Оксиди азоту	0,085	0,04

В Україні розроблені і діють нормативи гранично допустимих концентрацій (ГДК), перевищення яких за певних умов негативно впливає на здоров'я людини. ГДК найбільш поширених шкідливих речовин наведено в табл. 1.

Завдання

1. За допомогою засобів Excel визначити: динаміку викидів шкідливих речовин (%) від стаціонарних джерел за основними видами економічної діяльності (дод. 1);

Визначити основні джерела (природні та антропогенні) викидів в атмосферу таких забруднювачів: твердих частинок (зола, пил тощо), SO_2, NO_x, CO, летких вуглеводнів, поліциклічних ароматичних вуглеводнів (дод. 1).

Додаток 1

Атмосферні викиди від стаціонарних джерел за основними видами економічної діяльності

Сектор національної економіки	Інградієнти					Усього викидів, тис.т/рік	Частка, %
	пил	SO_2	NO_x	CH_x	CO_2		
Усі сектори національної економіки	880	1024	317	365	1257	4075	100
Сільське та лісове господарство	4	2	1	< 1	4	12	< 1
Добувна промисловість	152	46	13	259	351	954	25
Перероблення	342	193	117	58	790	1502	36
Паливно-енергетичний комплекс	341	748	159	6	56	1315	33
Будівництво	5	4	2	9	7	29	1
Інші види економічної діяльності	36	31	25	32	50	170	> 4

Контрольні запитання

1. Що таке антропогенне навантаження на природне середовище?
2. Що розуміють під забрудненням атмосферного повітря?
3. У чому полягає мета нормування антропогенного навантаження на природне середовище?
4. Які викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря належать до класу організованих, які – до неорганізованих?
5. Що таке ефект сумації шкідливих речовин?
6. Для чого встановлюється $ГДК_{м.р}$?
7. Для чого встановлюється $ГДК_{сд}$?

Практична робота № 2.
Розрахунок розсіювання домішок у повітрі
(визначення зони аеродинамічної тіні)

Основні теоретичні відомості

Забруднювальні речовини, які виносяться в повітря з різних промислових підприємств у вигляді газів, називають домішками. Процес видалення домішок називається викидом, а подальше перенесення – розсіюванням. Розсіювання домішок в атмосфері відбувається за рахунок спільної дії двох факторів: турбулентної дифузії і вітрового процесу.

Промислові викиди в атмосферу поділяють:

- *за організацією відведення і контролю* – на організовані і неорганізовані;
- *за температурою викидних газів* – нагріті, температура яких вища від температури атмосферного повітря, та холодні;
- *за локалізацією* – в основному, допоміжному та підсобному виробництвах;
- *за ознаками очищення* – викиди без очищення (організовані і неорганізовані) та після очищення (організовані).

Під очищенням газу розуміють відокремлення від газового потоку або переведення в нешкідливий стан забруднювальних речовин.

Класифікація джерел забруднень атмосферного повітря проводиться за такими ознаками:

за призначенням:

- *технологічні,* що складаються з хвостових газів після вловлювання на установках, продування апаратів та повітряних витяжок;
- *вентиляційні викиди* – місцеві відсмоктування від обладнання та загальнообмінна витяжка;

за місцем розташування:

- *незатінені, або високі*, що знаходяться в зоні недеформованого вітрового потоку (високі труби і точкові джерела, що видаляють забруднення на висоту, більшу від висоти будівлі в 2,5 рази);
- *затінені, або низькі*, розташовані на висоті, меншій у 2,5 рази від висоти будівлі;
- *наземні,* розміщені близько до земної поверхні (відкрито розташоване обладнання, каналізаційні колодязі, пролиті токсичні речовини і скиди відходів виробництва;
- *внутрішньоплощові* – коли викиди залишаються у високій концентрації на території промислової зони, тоді як у житлових районах забруднень не спостерігається;
- *позаплощові* – викиди можуть спричинювати значні забруднення повітря на території житлового району.

за геометричною формою:

- точкові (труби, шахти, дахові вентилятори);
- лінійні (близько розташовані витяжні шахти);

за режимом роботи:

- безперервні;
- періодичної дії;
- залпові;
- миттєві;

Характер розсіювання викидів, поряд з погодними умовами, залежить від температури викидних газів, швидкості викидних газових потоків та розташуванням будівель.

Вплив будівель зводиться до зміщення вітрового потоку і до утворення перед будівлею зони підпору, а над будівлею, з його боків і поза ним зони стійкої циркуляції повітря – зони аеродинамічної тіні.

З цим явищем всі люди зустрічаються щодня. Отже, можна сказати, що аеродинамічна тінь - це зона застою повітря, що виникає в середовищі вихрових збурень і утворюються біля великих будівель та інших об'єктів як наслідок перепаду висот.

На вулиці з висотними будівлями завжди гуляють протяги, це і є явище аеродинаміки. І в цьому вихровому середовищі є ділянки, де повітря не рухається, тобто утворюються «повітряні кишені». Це явище і називається аеродинамічна тінь.

Зона аеродинамічної тіні заважає розсіюванню шкідливих речовин в атмосферному повітрі, бо гази і аерозолі, які надходять до нього, внаслідок застою і слабкого перемішування повітря з оточуючим повітрям, накопичуються в цій зоні.

Забруднення атмосферного повітря призводить до погіршення санітарно-гігієнічних показників: збільшується частота туманів, зменшується видимість і прозорість для ультрафіолетового випромінювання, погіршуються санітарно-побутові умови життя населення, спостерігається негативний вплив на розвиток рослин та організмів людини. Забруднення споруд і будинків попелом, сажею та смолами призводить до того, що сірчисті сполуки руйнують будівельний матеріал і зумовлюють корозію металів. Забруднення атмосфери вражають фруктові дерева, ліси, сільськогосподарські культури та трав'яний покрив. Для рослин особливо небезпечними є сірчистий газ, хлор, фтор, пил і смолисті речовини. Отруйні гази токсично діють на протоплазму рослинних клітин, сірчистий газ пригнічує процеси фотосинтезу. Пил і сажа закупорюють продихи клітин рослин, ускладнюють доступ сонячних променів до хлоропластів.

Охорону атмосферного повітря можна здійснювати шляхом організації санітарно-захисних зон, архітектурно-планувальних рішень та інженерно-організаційних заходів, до яких належить використання безвідходних та маловідходних технологій, а також різні методи очищення газодимових викидів.

За показником надходження викидних речовин у зону аеродинамічної тіні джерела викиду поділяються на *високі, проміжні і низькі*.

Низькими вважаються джерела викиду, висота яких є меншою за висоту зони зміщення, що утворюється в результаті взаємодії повітряного потоку і близько розташованої будівлі і викиди яких відбуваються безпосередньо в зону аеродинамічної тіні.

Високими вважаються такі джерела викиду, коли викид проходить вище зони зміщення потоку.

Проміжними вважаються джерела викидів, нижня відмітка яких розміщена на рівні не менше 20 % від зони аеродинамічної тіні.

При визначенні мінімальної висоти труб, їх оптимального розміщення на даху будівель і поміж будівлями, при проектуванні нових та реконструкції старих виробництв з низькими джерелами викиду необхідно враховувати зони аеродинамічної тіні.

Розміри і форма аеродинамічної тіні і проміжної зони залежать від лінійних розмірів будівель і споруд, їх взаємного розташування і орієнтації цих будівель відносно напряму вітру.

Визначення зон аеродинамічної тіні і верхньої межі проміжної зони виконується відповідно до таких правил для різних варіантів.

1. **Вузька будівля** ($b \le 2{,}5H_{буд}$, де b – ширина будівлі, м; $H_{буд}$ – висота будівлі від рівня землі до верхньої відмітки даху, м).

Приймається, що над будівлею і поза нею створюється єдина зона аеродинамічної тіні довжиною $6H_{буд}$ з підвітряного боку і висотою $1{,}8H_{буд}$, а перед будівлею – зона підпору.

2. **Широка будівля** ($b > 2{,}5H_{буд}$).

Приймається, що над дахом будівлі створюється навітряна зона аеродинамічної тіні довжиною $2{,}5H_{буд}$ від фасадної стіни будівлі висотою $0{,}8H_{буд}$; за будівлею утворюється підвітряна зона аеродинамічної тіні довжиною $4H_{буд}$ і висотою $H_{буд}$, а перед будівлею – зона підпору.

3. **Дві будівлі розташовані одна за одною**: перша за напрямком вітру будівля вузька. Поміж будівлями утворюється зона аеродинамічної тіні, яка об'єднує окрему і міжкорпусні зони; довжина зони поміж будівлями може досягати $10H_{буд}$, а висоти – $H_{буд}$ до $1{,}8H_{буд}$.

4. **Дві будівлі розташовані одна за одною**, перша за напрямком вітру будівля широка. Над дахом будівлі утворюється первинна зона аеродинамічної тіні довжиною $2{,}5H_{буд}$ від фасадної стіни будівлі і висотою $0{,}8H_{буд}$, а поміж будівлями створюється зона аеродинамічної тіні довжиною близько $8H_{буд}$ і висотою $H_{буд}$.

5. **Під дією вітру** з боків будівель утворюється бічна зона аеродинамічної тіні шириною від 0,6 $H_{буд}$ до $0{,}8H_{буд}$.

6. **При орієнтації будівлі** під кутом відносно вітру за будівлею утворюється зона аеродинамічної тіні довжиною від $4H_{буд}$ до $6H_{буд}$ і висотою до $H_{буд.}$

Завдання

Визначити зону аеродинамічної тіні (довжину і висоту) при викидах підприємством шкідливої суміші за умовами її викиду відповідно до варіанта (дод. 1).

Приклад визначення зони аеродинамічної тіні.

Визначити зону аеродинамічної тіні у разі викидів підприємством шкідливої суміші за такими умовами її викиду: висота джерела викиду $H_{буд}$ = 45 м; довжина джерела викиду L=100 м; навкруги підприємства немає інших будівель.

Розв'язання:

$b > 2{,}5H_{буд}$ – будівля належить до класу широких, у такому випадку над дахом зона аеродинамічної тіні має наступні параметри:

довжина $d_{а.т} = 2{,}5H_{буд} = 112{,}5$ (м);

висота $h_{а.т} = 0{,}8H_{буд} = 36$ (м).

За будівлею зона аеродинамічної тіні має такі параметри:

довжина $d_{а.т} = 4H_{буд} = 180$ (м);

висота $h_{а.т.} = H_{буд} = 45$ (м).

Контрольні запитання

1. Що таке зона аеродинамічної тіні?
2. Під дією яких факторів відбувається розсіювання домішок в атмосфері?
3. Від чого залежить характер розсіювання викидів в атмосферному повітрі?
4. Як поділяються джерела викиду за показником надходження викидних речовин у зону аеродинамічної тіні?
5. За якими ознаками класифікуються джерела забруднень атмосферного повітря?
6. Від чого залежить розмір і форма аеродинамічної тіні?
7. Що необхідно врахувати під час побудови зони аеродинамічної тіні для вузьких будівель?
8. Що необхідно врахувати під час побудови зони аеродинамічної тіні для широких будівель?
9. Як впливає забруднення атмосферного повітря на навколишнє середовище?
10. Які існують методи охорони атмосферного повітря?

Додаток 1

Варіанти завдань для практичної роботи №2
«Розрахунок розсіювання домішок у повітрі»

Номер варіанта	Висота джерела викиду, м	Довжина джерела викиду, м	Умови викиду
1	55	100	Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Під дією вітру з боків будівель (бічна зона а.т.) Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля вузька
2	35	100	Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Орієнтації будівлі під кутом відносно вітру за будівлею Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
3	25	100	Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля вузька Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
4	45	100	Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля широка Орієнтації будівлі під кутом відносно вітру за будівлею Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
5	30	100	Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Під дією вітру з боків будівель (бічна зона а.т.) Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
6	20	100	Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Орієнтації будівлі під кутом відносно вітру за будівлею Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
7	35	100	Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля широка Орієнтації будівлі під кутом відносно вітру за будівлею Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
8	40	100	Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Орієнтації будівлі під кутом відносно вітру за будівлею Широка будівля, навкруги підприємства немає інших

			будівель
9	30	100	Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Під дією вітру з боків будівель (бічна зона а.т.) Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля широка
10	15	100	Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Під дією вітру з боків будівель (бічна зона а.т.)
11	20	100	Під дією вітру з боків будівель (бічна зона а.т.) Орієнтації будівлі під кутом відносно вітру за будівлею Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
12	55	100	Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля широка Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля вузька Під дією вітру з боків будівель (бічна зона а.т.)
13	25	100	Орієнтації будівлі під кутом відносно вітру за будівлею Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
14	20	100	Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля широка Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
15	45	100	Орієнтації будівлі під кутом відносно вітру за будівлею Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
16	50	100	Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля вузька. Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
17	60	100	Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Орієнтації будівлі під кутом відносно вітру за будівлею Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель

18	40	100	Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля вузька Під дією вітру з боків будівель (бічна зона а.т.) Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
19	30	100	Орієнтації будівлі під кутом відносно вітру за будівлею Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
20	55	100	Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля вузька. Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
21	65	100	Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля широка Орієнтації будівлі під кутом відносно вітру за будівлею Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
22	70	100	Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Під дією вітру з боків будівель (бічна зона а.т.)
23	75	100	Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля вузька Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
24	80	100	Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель Орієнтації будівлі під кутом відносно вітру за будівлею Вузька будівля, навкруги підприємства немає інших будівель
25	85	100	Орієнтації будівлі під кутом відносно вітру за будівлею Дві будівлі розташовані одна за одною: перша за напрямком вітру будівля вузька Широка будівля, навкруги підприємства немає інших будівель

Практична робота №3
Визначення кількості забруднювальних речовин, що фактично викидаються стаціонарним джерелом в атмосферу за одиницю часу

Основні теоретичні відомості

Під час спалювання палива в топках котельних установок в атмосферу викидається значна кількість забруднювальних речовин, яка визначається, як і склад цих речовин:

– маркою палива (зольністю і вмістом сірки);

– типом топкового пристрою;

– наявністю пиловловлювального обладнання.

Основними інгредієнтами викиду котелень в атмосферу під час спалювання твердих і рідких палив є пил, сірчистий ангідрид (SO_2), оксиди азоту (NO_x) і оксид вуглецю (CO).

Усі ці речовини мають здатність до сумарної дії на організм людини (проявляється ефект сумації).

З метою оцінки ступеня забрудненості атмосферного повітря і визначення категорії небезпечності підприємства необхідно знайти кількість фактично викинутих котельнею забруднювальних речовин.

Паливо топки котельні – донецьке кам'яне вугілля марки Д.

Кількість пилу, який викидається котельними установками:

$$M_{\text{п}} = 0{,}01 B q_{\text{в}} \left(A^{\text{р}} + q_{\text{н}} \frac{Q_{\text{н}}^{\text{р}}}{7800} \right),$$

де B – витрата палива, кг/год; $q_{\text{в}}$ – частка золи палива, яка виноситься газами; $A^{\text{р}}$ - зольність на робочу масу палива; $q_{\text{н}}$ – втрата тепла з механічним недопалом, %; $Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ – нижня теплота згоряння палива, ккал/кг.

Масова кількість сірчистого ангідриду, яка викидається під час спалювання палива:

$$M_{SO_2} = 0{,}019 S^{\text{р}} B,$$

де $S^{\text{р}}$ – уміст сірки в робочому паливі, %.

Кількість оксидів азоту, яка утворюється під час спалювання палива:

$$M_{NO_x} = 20{,}5 K C_{NO_x} Q_{\text{н}}^{\text{р}} B N 10^{-8},$$

де K – коефіцієнт, що характеризує залежність продуктів згоряння від виду палива.

Котел обладнано механізованою топкою, під час роботи якої максимальна об'ємна концентрація NO_x становить $C_{NOx} = 0{,}05$ мг/м^3.

Котел працює за повного номінального навантаження ($N = 100\%$).

Викид SO_2 залежить від умісту «гарячої» сірки в паливі. Крім того, за статистикою 95% сірки, що міститься в паливі, перетворюється в SO_2, тоді масова кількість оксиду вуглецю, яка викидається в атмосферу котельною установкою, визначається за формулою

$$M_{CO} = 45 C_{co} V_1,$$

де C_{CO} – концентрація оксиду вуглецю в одиниці об'єму димових газів, %; визначається для механізованих топкових пристроїв таким чином:

$$C_{CO} = 0{,}2 q_з,$$

де q_3 – втрати тепла через хімічну неповноту згоряння палива, %;

V_1 – об'ємна витрата димових газів, м^3/с, які викидаються в атмосферу трубою; визначається таким чином:

$$V_1 = \frac{[V_г^0 + (\alpha - 1)V_0]B\dfrac{T_г}{273}}{3600},$$

де $V_г^0$ – об'єм димових газів, що утворюється під час згоряння 1 кг палива, м^3/кг; α - коефіцієнт надлишку повітря; V_0 – теоретично необхідний об'єм повітря для повного згоряння 1 кг палива, м^3/кг; $T_г$ – температура газів, що виходять з труби, К.

Література:

1. *Джигирей В.С.* Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посіб. – 4-те вид., випр. і доп. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2006. – 319 с.

2. *Методичні* вказівки до виконання контрольних робіт з курсу «Нормування антропогенного навантаження на природне середовище» / Уклад. О.С. Дроздова. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. – 17 с.

Завдання

Визначити відповідно до варіантів (додаток 1) та вихідних даних (додаток 1) кількість забруднюючих речовин: пилу, сірчистого ангідриду (SO_2), оксидів азоту (NO_x) і оксидів вуглецю (CO), що фактично викидаються котельнею в атмосферу за одиницю часу.

За результатами розрахунків заповнити таблицю:

Забруднювальна речовина	Маса, кг/год	Маса, г/с	Маса, т/рік
Пил			
Сірчистий ангідрид (SO_2)			
Окисли азоту (NO_x)			
Оксид вуглецю (CO)			

Контрольні запитання

1. Від чого залежить кількість і склад викидів забруднювальних речовин в атмосферу під час спалювання палива?
2. Які основні забруднювальні речовини викидаються в атмосферу під час спалювання твердих і рідких палив у котельні?
3. Від чого залежить кількість викидів сірчистого ангідриду в повітря?

Додаток 1

Варіанти завдання для практичної роботи №3

Номер варіанта	Витрати палива *B*, кг/год.
1	200
2	300
3	400
4	500
5	600
6	700
7	800
8	900
9	1000
10	1100
11	1200

12	1300
13	1400
14	1500
15	1600
16	1700
17	1800
18	1900
19	2000
20	2100
21	2200
22	2300
23	2400

Вихідні дані для практичної роботи №3

1. Паливо топки котельні – донецьке кам'яне вугілля марки Д (довгополуменеве):
   - витрата палива В відповідно до варіанту завдання;
   - зольність A^p = 17 %;
   - сірковміст S^p = 3 %;
   - нижня теплота згоряння $Q_н^p$ = 5030 ккал/кг;
   - теоретично необхідний об'єм повітря (стехіометричне згоряння) V_0 = 5,52 м^3/кг;
   - об'єм димових газів (стехіометричне згоряння) $V_г^0$ = 6,06 м^3/кг;
   - коефіцієнт, що характеризує залежність продуктів згоряння від виду палива, K =

Практична робота №4
Визначення висоти труби котельні

Основні теоретичні відомості

Розробляючи заходи щодо скорочення викидів під час проектування, будівництва і реконструкції котелень, не рекомендується передбачати викиди шкідливих речовин через велику кількість низьких труб. Слід централізувати ці викиди через одну трубу, висота якої H не повинна перевищувати висоту прилеглих до неї будівель у радіусі (4...5)H не менше ніж у два з половиною рази. Збільшення висоти труби для забезпечення розсіювання з метою додержання норм ГДК у приземному шарі атмосфери допускається лише після повного використання всіх доступних на сучасному рівні технічних засобів щодо скорочення викидів.

Висоту труби визначають для кожного полютанту окремо.

Висота труби котельні дорівнює висоті викиду димових газів, що дає змогу використати ефект розсіювання забруднювальних речовин в атмосфері.

Оскільки відбувається викид гарячої газоповітряної суміші з димової труби, то початкове значення висоти викиду (труби) H визначають за формулою

$$H = \sqrt{\frac{A M F}{(ГДК_{м.р} - C_ф)\sqrt[3]{V_1 \Delta T}}},$$

де A – коефіцієнт, який залежить від температурної стратифікації атмосфери і визначає умови горизонтального і вертикального розсіювань атмосферних домішок; припускається для несприятливих метеорологічних умов, за яких концентрація шкідливих речовин в атмосфері від джерела викиду досягає максимальних значень: для України A = 160; M = кількість забруднюючої речовини, що викидається в атмосферу за одиницю часу, г/с; F – коефіцієнт, який враховує швидкість осідання забруднювальних речовин в атмосфері.

Значення F є таким:

– для газоподібних забруднювальних речовин (сірчистого газу, оксиду вуглецю, оксидів азоту) і дрібнодисперсних аерозолів, швидкість впорядкованого осідання найбільших фракцій яких не перевищує 3 – 5 см/с, тоді F = 1;

– для великодисперсного пилу та золи за середнього експлуатаційного коефіцієнта очищення:

- якщо не менше 90 % , тоді F = 1;
- якщо 75 – 80 %, тоді F = 2,5;
- якщо менше 75 % або без очищення, тоді F = 3.

V_1 – об’ємна витрата димових газів, що викидаються трубою, м^3/с;
ГДК$_{м.р}$ – максимальна разова граничнодопустима концентрація забруднюючої речовини, мг/м^3; $C_ф$ – фонова концентрація полютанту, мг/м^3; $\Delta T = T_г - T_{пов}$ – різниця між температурою викинутих димових газів $T_г$ і температурою оточуючого повітря $T_{пов}$.

За знайденим значенням H визначаються параметри V_{max} і f:

$$V_{max} = 0{,}65\sqrt[3]{\frac{V_1\,\Delta T}{H}};$$

$$f = 10^3\frac{w_0^2\,D}{H^2\,\Delta T},$$

де w_0^2 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші із димової труби, м/с; D – діаметр димової труби, м.

За значенням V_{max} і f визначають безрозмірні коефіцієнти n і m:

– якщо $V_{max} \le 0{,}3$, то $n = 3$;

– якщо $0{,}3 < V_{max} \le 2$, то $n = 3 - \sqrt{(V_{max} - 0{,}3)\ (4{,}36 - V_{max})}$;

– якщо$V_{max} > 2$, то $n = 1$;

$$m = \frac{1}{0{,}67 + 0{,}1\sqrt{f} + 0{,}34\ \sqrt[3]{f}}.$$

Розрахунок для уточнення отриманого значення H виконується за рекурентною формулою

$$H_{i+1} = H_i\sqrt{\frac{m_i\,n_i}{m_{i-1}n_{i-1}}}.$$

Де m_i і n_i відповідають H_i, а m_{i-1} і n_{i-1} – H_{i-1}.

Початкове значення n_{i-1} приймається з умови $n_i - n_{i-1} = 0{,}1$.

Початкове значення m_{i-1} приймається з умови $m_i - m_{i-1} = 0{,}1$.

Уточнення значення H необхідно проводити доти, доки два послідовно знайдені значення H_i і H_{i-1} не будуть відрізнятися одне від одного (у межах 1 %).

Завершенням цього розрахунку є остаточний вибір висоти труби котельні H, через яку викидаються всі забруднювальні речовини, і розрахунок параметрів V_{max}, f та коефіцієнтів n і m для вибраної висоти H.

Література:

3. *Джигирей В.С.* Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посіб. – 4-те вид., випр. і доп. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2006. – 319 с.
4. *Методичні* вказівки до виконання контрольних робіт з курсу «Нормування антропогенного навантаження на природне середовище» / Уклад. О.С. Дроздова. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. – 17 с.

Завдання

Відповідно до варіанта (додаток 1) визначити необхідну висоту труби для безпечних викидів шкідливих речовин в атмосферу.

За результатами розрахунків заповнити таблицю:

Номер варіанта	$H_{пилу}$, м	H_{SO_2}, м	H_{NO_x}, м	H_{CO}, м	V_{max}	H, м

Контрольні запитання

1. Що таке температурна стратифікація атмосфери?
2. Що потрібно враховувати при визначенні висоти труби для викидів шкідливих речовин?
3. У чому полягає ефект розсіювання шкідливих речовин в атмосфері?

Додаток 1

Варіанти завдання для практичної роботи №4

Номер варіанта	**Витрати палива *B*, кг/год.**
1	200
2	300
3	400
4	500
5	600
6	700
7	800
8	900
9	1000
10	1100
11	1200

12	1300
13	1400
14	1500
15	1600
16	1700
17	1800
18	1900
19	2000
20	2100
21	2200
22	2300
23	2400
24	2500
25	2600

Вихідні дані для практичної роботи №4

1. Температура газів $T_г$, що виходять з труби, становить 205°С, розрахункова температура атмосферного повітря становить 25° С.

2. Розрахункові характеристики топки:

- коефіцієнт надлишку повітря α =1,4;
- частка золи палива у виносі $q_в$ = 0,17;
- втрати теплоти з механічним недопалом $q_н$ = 6 %;
- втрати теплоти через хімічну неповноту згоряння $q_з$ = 1 %.

Практична робота №5
Визначення приземної максимальної концентрації забруднювальних речовин

Основні теоретичні відомості

Ступінь небезпечності забруднення приземного шару атмосферного повітря викидами забруднювальних речовин визначається за найбільшою розрахованою величиною приземної концентрації забруднювальних речовин C_{max}, яка може встановлюватися на деякій відстані від місця викиду у разі несприятливих метеорологічних умов.

Величина найбільшої концентрації кожної забруднювальної речовини C_{max} у приземному шарі атмосфери не повинна перевищувати величину ГДК$_{м.р}$ забруднювальної речовини в атмосферному повітрі, встановлену санітарними нормами проектування промислових підприємств.

Цей розрахунок важливий у випадку встановлення для підприємства тимчасово узгоджених викидів, на певному етапі зниження викидів підприємства. Тимчасово узгоджені викиди встановлюють на рівні удосконалених технологій газоочищення та інших можливих заходів з охорони атмосфери на підприємстві таким чином, щоб з урахуванням конкретної величини викиду та несприятливих метеорологічних умов максимум приземної концентрації забруднювальних речовин на цьому етапі був щонайменшим.

Розрахунок ведеться для кожної забруднювальної речовини окремо.

Величину максимальної приземної концентрації C_{max} шкідливих речовин від одиночного (точкового) джерела з круглим отвором для викиду нагрітої газоповітряної суміші за несприятливих метеоумов визначається таким чином:

$$C_{\max} = \frac{AFMmn\eta}{H^2 \sqrt[3]{V\Delta T}},$$

де M – кількість шкідливої речовини, що викидається в атмосферне повітря за одиницю часу, г/с.

Величина максимальної приземної концентрації $C_{\max}$ на осі факела викиду та на відстані X від джерела викиду. Величину X визначають за формулою (м):

$$X = d\,H,$$

де d – безрозмірна величина, яку визначають таким чином:

– якщо $V_{\max} \le 2$, то $d = 4{,}95 V_{\max}(1 + 0{,}28\sqrt[3]{f})$;

– якщо $V_{\max} > 2$, то $d = 7\sqrt{V_{\max}}(1 + 0{,}28\sqrt[3]{f})$.

Ці залежності використовують у випадках, коли коефіцієнт F<2. Якщо $F \ge 2$, величину X визначають за формулою

$$X = \frac{5 - F}{4} d\,H.$$

Суть фізичних величин і коефіцієнтів викладено в практичній роботі 4.

Для перевірки умови безпечної роботи людей у місці розташування котельні підприємства із врахуванням фонового забруднення атмосфери і ефекту сумації забруднювальних речовин потрібно перевірити виконання такої нерівності:

$$\frac{C^{\text{п}}_{\max} + C^{\text{п}}_{\text{ф}}}{ГДК^{\text{п}}_{\text{м.р}}} + \frac{C^{so_2}_{\max} + C^{SO_2}_{\text{ф}}}{ГДК^{SO_2}_{\text{м.р}}} + \frac{C^{NO_x}_{\max} + C^{NO_x}_{\text{ф}}}{ГДК^{NO_x}_{\text{м.р}}} + \frac{C^{CO}_{\max} + C^{CO}_{\text{ф}}}{ГДК^{CO}_{\text{м.р}}} \le 1.$$

Якщо ця умова не виконується, то можна зробити висновок про те, що у зв'язку з проявом ефекту сумації район розташування підприємства є небезпечним для працівників. Щоб це виправити керівництву підприємства необхідно розглянути питання про впровадження заходів для зменшення ступеня забрудненості атмосфери. По-перше, розглянути можливість установлення обладнання, що має очищати газоподібну складову викидів забруднювальних речовин. По - друге, з метою постійного контролю за викидами забруднювальних речовин в атмосферне повітря на підприємстві потрібно створити і впровадити систему стаціонарного контролю викидів оксидів азоту та вуглецю, діоксиду азоту та сірчистого ангідриду.

Завдання

Визначити відповідно до варіант (додаток 1) приземну максимальну концентрацію забруднювальних речовин і відстань, на якій вона очікується.

За результатами розрахунків заповнити таблицю:

Номер варіанта	$C_{\max}$, мг/м^3				X, м	
	Пил	SO_2	NOx	CO	Пил	SO_2; NO_x; CO

У разі невиконання нерівності щодо безпечної роботи людей у місці розташування котельні підприємства запропонувати впровадження будь-якого заходу для зменшення ступеня забрудненості атмосфери.

Контрольні запитання

1. Чим визначається ступінь небезпечності забруднення приземного шару атмосферного повітря викидами шкідливих речовин?
2. У яких випадках для підприємства встановлюються тимчасово узгоджені викиди?

3. Що потрібно врахувати при визначенні максимальної приземної концентрації для викиду нагрітої газоповітряної суміші за несприятливих метеоумов?

4. Як перевіряються умови безпечної роботи людей у місці розташування підприємства?

5. Які заходи можна впроваджувати на підприємстві для зменшення ступеня забрудненості атмосферного повітря?

Додаток 1

Вихідні дані для практичної роботи №5

1. Забруднювальні речовини, що викидаються в атмосферу котельні, та їх характеристика:

Забруднювальна речовина	**ГДК$_{сд}$, мг/м^3**	**ГДК$_{м.р}$, мг/м^3**	**Клас небезпечності**
Пил нетоксичний	0,15	0,5	3
Сірчистий ангідрид – SO_2	0,05	0,5	3
Оксиди азоту - NO_x	0,04	0,085	2
Оксид вуглецю - CO	3,0	5,0	4

2. Котельна обладнана димовою трубою з діаметром D = 1,5 м.

3. Пилогазоочисного обладнання котельня не має.

4. Температура газів, що виходять з труби, становить 205 С, розрахункова температура атмосферного повітря становить 25 С.

5. У зоні, окресленій радіусом, що дорівнює 50 висотам труби, перепад відзначок місцевості не перевищує 50 м на 1 км.

6. Фонові концентрації полютантів у районі підприємства становлять: $C_ф^п$ = 0,1 мг/м^3; $C_ф^{SO_2}$ = 0,05 мг/м^3; $C_ф^{NO_x}$ = 0,005 мг/м^3; $C_ф^{CO}$ = 2 мг/м^3.

7. Розрахункові характеристики топки:

– коефіцієнт надлишку повітря α =1,4;

– частка золи палива у виносі $q_в$ = 0,17;

– втрати теплоти з механічним недопалом $q_н$ = 6 %;

– втрати теплоти через хімічну неповноту згоряння $q_з$ = 1 %.

Практична робота №6
Принципи та критерії визначення рівня забрудненості водного середовища

Основні теоретичні відомості

Санітарно-гігієнічна оцінка якості води проводиться за ознаками, котрі вибираються та нормуються залежно від виду водокористування.

Одна з ознак вважається лімітуючою. Лімітуючою вибирають ознаку, що характеризується найменшою нешкідливою концентрацією речовини у воді.

Узагальнена числова оцінка якості води визначається за індексом, котрий є сукупністю основних показників за видами водокористування.

Якість, склад та властивості води у водоймах регламентуються гігієнічними вимогами та санітарними нормами.

Для гігієнічної оцінки води використовують такі показники:

– кількість завислих речовин; – кількість плаваючих речовин; температуру; водневий показник pH; мінеральний склад; розчинений кисень; біологічно повне споживання кисню; хімічне споживання кисню; наявність збудників захворювань; ількість лактоз опозитивних кишкових паличок; кількість каліфагів у бляшкоутворювальних одиницях; наявність життєздатних яєць гельмінтів та найпростіших кишкових; кількість хімічних речовин (табл. 1).

Таблиця 1

Гігієнічні вимоги до складу та властивостей води

Показники скиду та властивостей води	Категорії водокористування	
	Для господарсько-питного водопостачання	Для купання, спорту та відпочинку населення
Завислі речовини	Вміст завислих речовин не повинен бути більше	
	0,25 мг/дм^3	0,75 мг/дм^3
Плаваючі домішки	На поверхні водойми не повинно бути плаваючих плівок, плям, мінеральних масел та скупчень інших домішок	
Запахи	Вода не повинна набувати невластивих їй запахів інтенсивністю більше 1 бала	
Колір	Колір повинен виявлятися в стовпчику	
	20 см	10 см
Температура	Літня температура води внаслідок спуску стічних вод не має підвищуватися більше ніж на 3^{0}С порівняно із середньомісячною	
Водневий показник (pH)	6,5	8,5
Мінеральний склад	Не повинен перевищувати за сухим залишком 1000 мг/дм^3, в тому числі хлоридів – 350 мг/дм^3, сульфатів – 500 мг/дм^3	
Розчинений кисень	Не має бути менше як 4 мг/дм^3 у будь-який період року в пробі, взятій о 12-й годині	
Біологічно повне споживання кисню	Не має перевищувати при 20 С	
	3,0 мгO$_2$/дм^3	3,0 мгO$_2$/дм^3
Хімічне споживання кисню	Не має перевищувати	
	15 мгO$_2$/дм^3	30 мгO$_2$/дм^3
Збудники захворювань	Вода не має містити збудників захворювань	
Лактозопозитивні кишкові палички	Не більше 1000 в 1дм^3	Не більше 1000 в 1дм^3
Каліфаги у бляшко утворювальних одиницях	Не більше 100 в 1дм^3	Не більше 1000 в 1дм^3
Життєздатні яйця гельмінтів та найпростіших кишкових	Не повинні міститися в 1 дм^3	
Хімічні речовини	Не мають міститися в концентраціях, що перевищують ГДК або орієнтовно допустимі рівні	

Для санітарної оцінки якості води використовують такі показники (табл. 2):

– ГДК речовин у воді;
– орієнтовно допустимі рівні речовин у воді;
– лімітуючі ознаки шкідливості (санітарно-токсикологічний показник з розшифруванням його властивостей: запаху, впливу на колір, утворення піни та плівки, надання присмаку);
– клас небезпеки речовин.

Таблиця 2

Граничнодопустимі концентрації забруднювальних речовин у воді об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування

Назва речовини	Клас небезпеки	Граничнодопустима концентрація
Аміак (за азотом)	III	2,0
Амонію сульфат	III	1,0
Активних хлор	III	Немає
Ацетон	III	2,2
Бензол	II	0,5
Дихлоретан	II	ОДР 0,02
Залізо	III	0,3
Кадмій	II	0,001
Кобальт	II	0,1
Кремній	II	10,0
Марганець	III	0,1
Мідь	III	1,0
Нікель	III	0,1
Нітрати (за NO_3)	III	45,0
Ртуть	III	0,0005
Свинець	II	0,03
Фенол	IV	0,001
Хром (C_r^{6+})	III	0,05
Цинк	III	1,0
Етиленгліколь	III	1,0

Граничнодопустимі концентрації речовини у воді водойми господарсько-питного і культурно-побутового водокористування – це концентрація шкідливої речовини у воді, яка не повинна створювати прямий чи непрямий вплив на організм людини протягом усього її життя і на здоров'я наступних поколінь, та не повинна погіршувати гігієнічні умови водовикористання.

Хімічні речовини у воді поділяють на класи небезпеки: I клас – надзвичайно небезпечні; II клас – високонебезпечні; III клас – небезпечні; IV клас – помірно небезпечні.

Віднесення шкідливих речовин до класу небезпеки залежить від їх токсичності, кумулятивності, здатності викликати віддалені ефекти, від виду лімітуючої ознаки шкідливості.

Крім того, за санітарними ознаками встановлюють мікробіологічні і паразитологічні показники води (кількість мікроорганізмів і кількість бактерій групи кишкових паличок в одиниці об'єму). Токсикологічні показники води, які характеризують небезпечність її хімічного складу, визначаються вмістом хімічних речовин, який не повинен перевищувати встановлені нормативи. Також під час визначення якості води враховують органолептичні (ті, що сприймаються органами відчуття) властивості: температура, прозорість, колір, запах, смак, жорсткість.

Завдання

За допомогою засобів Excel визначити динаміку скидання зворотних вод у водні об'єкти за основними секторами національної економіки України (дод. 5).

Контрольні запитання

1. За якими ознаками проводиться санітарно-гігієнічна оцінка якості води?
2. Які показники використовують для гігієнічної оцінки води?
3. Які показники використовують для санітарної оцінки якості води?

Практична робота №7
Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод

Основні теоретичні відомості

Основним нормативом скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти є граничнодопустимий скид (ГДС) – максимально-допустима маса речовин, котрі можуть бути відведені у встановленому режимі за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води в контрольному пункті (г/с).

Граничнодопустимі скиди встановлюють для кожного джерела забруднення і для кожного виду домішки з урахуванням їх комбінованого впливу, а також ГДК речовин в місцях з водокористування (залежно від виду водокористування), здатності водного об'єкта до асиміляції, перспектив розвитку регіону і оптимального розподілу маси скидних речовин між водокористувачами, які скидають стічні води.

Загальний принцип установлення ГДС полягає в тому, що величина ГДС повинна гарантувати досягнення встановлених норм якості води (санітарних, гігієнічних, рибогосподарських) за найгірших умов для розбавлення скиду речовин у водному об'єкті.

Під час скидання стічних вод або інших видах господарської діяльності, які впливають на стан водних об'єктів, що використовуються для господарсько-питних та культурно-побутових цілей, норми якості поверхневих вод (або їх природний склад і властивості у випадку природного перевищення цих норм) повинні дотримуватися такого:

– на річках, починаючи зі створу, який розташований на відстані 1 км вище за найближчий по течії пункт водоспоживання (водозабір для господарсько-питного водоспоживання, місця купання та організованого відпочинку, територія населеного пункту тощо) аж до самого місця водовикористання;

– на водоймах – в акваторії в радіусі 1 км від пункту водовикористання.

Величину ГДС забруднювальних речовин у водний об'єкт визначають за формулою

$$\text{ГДС} = q\text{C}_{\text{ГДС}}10^3 ,$$

де q – максимальна годинна витрата стічних вод, м^3/год.; $C_{\text{ГДС}}$ – максимально допустима концентрація забруднювальної речовини в стічній вод, мг/дм^3;

Для окремого випуску:

$$C_{\text{ГДС}} = n(C_{\text{ГДК}} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}},$$

Де n – кратність загального розбавлення стічних вод у контрольному створі; $C_{\text{ГДК}}$ – допустима концентрація забруднювальних речовини для водних об'єктів господарсько-побутового і питного призначення, мг/дм^3 (визначається відповідно до табл. 1); $C_{\text{ф}}$ – фонова концентрація забруднювальної речовини у водному об'єкті вище випуску стічних вод, мг/дм^3.

Таблиця 1

Граничнодопустима концентрація забруднювальних речовин для водних об'єктів господарсько-побутового і питного призначення

Забруднювальна речовина	**$C_{гдк}$, мг/дм^3**
Азот амонійний	2,0
Азот нітритний	1,0
Азот нітратний	10,2
Фосфати	3,5
Залізо загальне	0,3
Органічні речовини на $БСК_n$	6,0
Хлориди	350,0
Сульфати	500,0
Марганець	0,1
Нафтопродукти	0,3

Кратність загального розбавлення визначають за формулою:

$$n = \frac{q + Q}{q},$$

де q – максимальна годинна витрата стічних вод, м^3/год.; Q – витрата води у водному об'єкті, м^3/год.

Завдання

Розрахувати значення ГДС забруднювальної речовини у водному об'єкті для окремого випуску стічних вод у водойми господарсько-побутового і питного призначення відповідно до варіанта завдання.

Контрольні запитання

1. Що є основним нормативом скидів забруднювальних речовин у водні об'єкти?
2. Що таке ГДС?
3. У чому полягає загальний принцип встановлення ГДС?

Забруднювальна речовина	**Варіант**									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Азот амонійний	**Органічні речовини**	**Фосфати**	**Азот нітритний**	**Залізо загальне**	**Хлориди**	**Нафто-продукти**	**Сульфати**	**Азот нітратний**	**Марганець**
Максимальна годинна витрата стічних вод q, м^3/год.	10,0	15,0	8,0	8,0	20,0	12,0	22,0	25,0	15,0	30,0
Фонова концентрація забруднюючої речовини у водному об'єкті $C_ф$, (мг/дм$^{3)}$	0,23	2,0	1,2	0,06	0,1	2,0	0,12	14,0	0,5	0,05
Витрата води Q (м^3/год.)	8,0	5,0	6,0	6,0	10,0	4,0	6,0	5,0	10,0	8,0

Забруднювальна речовина	Варіант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Азот амонійний	**Органічні речовини**	**Фосфати**	**Азот нітритний**	**Залізо загальне**	**Хлориди**	**Нафто-продукти**	**Сульфати**	**Азот нітратний**	**Марганець**
Максимальна годинна витрата стічних вод q, м^3/год.	14,0	17,0	9,0	7,0	21,0	11,0	23,0	26,0	16,0	32,0
Фонова концентрація забруднюючої речовини у водному об'єкті $C_ф$, (мг/дм$^{3)}$	0,25	2,2	1,4	0,07	0,2	2,1	0,13	14,2	0,7	0,06
Витрата води Q (м^3/год.)	10,0	7,0	8,0	7,0	14,0	5,0	7,0	6,0	12,0	11,0

Практична робота №8.
Принципи та критерії визначення рівня забрудненості ґрунтів

Основні теоретичні відомості

Принцип гігієнічного нормування вмісту хімічних речовин та їх сполук у ґрунті ґрунтується на тому, що надходження їх до організму відбувається насамперед через середовища, які контактують з ґрунтом.

За ступенем шкідливості хімічні речовини за умови їх систематичного проникнення у ґрунт розміщуються в такій послідовності: пестициди та їх метаболіти, важкі метали, мікроелементи, нафтопродукти, сірчисті сполуки, речовини органічного синтезу тощо.

Граничнодопустима концентрація речовин шкідливої речовини в орному шарі ґрунту (***ГДК$_{гр.}$***) – це така концентрація, яка не справляє прямого або опосередкованого впливу на контактуючі з ґрунтом середовища (атмосфера, гідросфера), на здоров'я людини, а також на само відновлювану властивість ґрунту.

Значення ***ГДК$_{гр.}$*** розроблено для речовин, що можуть мігрувати в атмосферне повітря або ґрунтові води, знижувати врожайність або погіршувати якість сільськогосподарської продукції, а також продуктів рослинного походження.

Значення ГДК деяких хімічних речовин у ґрунтах наведено в таблиці 1.

Крім ГДК, як оцінний застосовують показник орієнтовно допустимої кількості хімічної речовини, що забруднює ґрунти, котрий визначається розрахунковим методом. Санітарну оцінку стану ґрунтів виконують за спеціальними показниками.

Як основний показник беруть санітарне число – частка від ділення кількості ґрунтового білкового азоту в тих же одиницях. Показником бактеріального забруднення ґрунту є титр кишкової палички і титр одного з анаеробів. Санітарно-гельмінтологічним показником ґрунту є кількість яєць гельмінтів в 1 кг ґрунту. Ентомологічний показник визначається за наявністю личинок мух в 0,25 м^2 поверхні ґрунту.

Рівень хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів оцінюють за показниками, які розробляються під час спільних геохімічних та гігієнічних досліджень навколишнього

середовища міст. Такими показниками є коефіцієнт концентрації хімічного елемента K_c і сумарний показник забруднення Z_c.

Коефіцієнт концентрації забруднення K_c ґрунту визначається:

$$К_с = \frac{С}{С_ф}. \text{ або } К_с = \frac{С}{ГДК_{гр}}$$

де C – загальний вміст забруднювальних речовин, мг/кг; $C_ф$ – середній фоновий вміст забруднювальних речовин у ґрунті, мг/кг; $ГДК_{гр}$ – гранично допустима концентрація забруднювальної речовини, мг/кг.

Таблиця 1

Значення ГДК хімічних речовин у ґрунтах

Назва речовини	$ГДК_{гр}$, мг/кг
Метали Ванадій	 150
Кобальт (рухлива форма)	5,0
Марганець, вилучений	
з чорнозему	700
з дерново-підзолистого грунту: - pH = 4 - pH = 1,5 – 5,9 - pH = 6	 300 400 500
Мідь (рухлива форма)	3,0
Нікель	4,0
Ртуть	2,1
Свинець	32
Свинець (рухлива форма)	6,0
Хром	6,0
Цинк	23
Неорганічні сполуки: Нітрати	 130
Сірководень	0,4
Миш'як	20,0
Фосфор (суперфосфат)	200
Фториди – водорозчинна форма	10
Ароматичні вуглеводні: Бензол	 0,3
Ізопропилбензол	0,5
Ксилоли	0,3
Стирол	0,1
Толуол	0,3
Добрива Рідкі комплексні добрива	 80
Азотно-калійні добрива	120
Поверхнево-активні речовини	0,2

Таблиця 2

Оціночні показники санітарного стану ґрунтів населених пунктів та сільськогосподарських угідь

Ґрунти	Кількість личинок та лялечок мух	Кількість яєць гельмінтів	Колі-титр	Титр анаеробів	Санітарне число
Чистий	0	0	1	0,1 і вище	0,98 – 1
Мало-забруднений	Одиниці	До 10	1–0,01	0,1–0,001	0,85–0,98
Забруднений	10–25	11–100	0,01	0,001	0,7–0,85
Сильно-забруднений	25	Понад 100	0,001 і менше	0,0001 і менше	0,7 і менше

Оскільки ґрунти часто забруднюються кількома елементами, то для них розраховують сумарний показник забрудненості, що відображає комплексний ефект впливу всієї групи елементів.

$$Z_c = \left(\sum_{i=1}^{n} K_{c_i}\right) - (n-1)$$

де Z_c - сумарний показник забрудненості ґрунтів; K_{Ci} – коефіцієнт концентрації *i*-го хімічного елемента в пробі ґрунту; *n* – кількість врахованих хімічних елементів.

Сумарний показник забруднення може бути визначений як для усіх елементів в одній пробі, так і для ділянки території за геохімічною вибіркою.

Небезпечність забруднення ґрунтів комплексом хімічних елементів оцінюють за показником Z_c, користуючись шкалою, градація якої розроблена на підставі вивчення стану здоров'я населення, яке мешкає на територіях з різними рівнями забрудненості ґрунтів (табл. 3).

Для земель єдиного державного земельного фонду встановлюється номенклатура показників ґрунтів згідно з ДСТУ 17.4.0.01–81. Цю номенклатуру показників потрібно застосовувати для розроблення нормативно-технічної документації з охорони ґрунтів від забруднень, а також контролю стану ґрунтів.

Таблиця 3

Вплив забруднення ґрунту на здоров'я людей

Категорія забруднення ґрунту	Z_c	Зміна показників якості здоров'я мешканців у зонах забруднення ґрунтів
Допустима	≤ 16	Найнижчий рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень у дорослого населення
Помірно небезпечна	16 – 32	Підвищення загального рівня захворюваності
Небезпечна	32 – 128	Підвищення загального рівня захворюваності, кількості дітей з хронічними захворюваннями, порушення функціонування серцево-судинної системи
Дуже небезпечна	>128	Підвищення захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції у жінок

Завдання:

- розрахувати коефіцієнт концентрації забруднення ґрунту K_c ;

- розрахувати сумарний показник забруднення ґрунту Z_c хімічними інгредієнтами відповідно до варіанту завдання (додаток 1);
- сформулювати висновки використовуючи отримані результати і таблицю 3.
- дати відповіді на запитання.

Контрольні запитання

1. На чому ґрунтується принцип гігієнічного нормування вмісту хімічних речовин у ґрунті?
2. За якими показниками виконують санітарну оцінку стану ґрунтів?
3. Що показує санітарне число?
4. Що є показником бактеріального забруднення ґрунту?
5. Що показує санітарно-гельмінтологічний показник ґрунту?
6. Як визначають ентомологічний показник забрудненості ґрунту?
7. За якими показниками оцінюють рівень хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів?

Додаток 1

Варіанти завдань для практичної роботи №8
«Принципи та критерії визначення рівня забрудненості ґрунтів»

Номер варіанта	**Забруднювальна речовина, мг/кг (неорганічні сполуки)**			
	Нітрати	**Суперфосфат**	**Фториди**	**Миш'як**
1	160	450	10	30
2	390	550	15	35
3	480	630	25	45
4	540	710	35	55
5	650	870	55	65
6	750	980	75	75
7	890	1025	95	85
8	1050	1225	105	95
9	1250	1545	125	105
10	1300	1900	150	120
Забруднювальна речовина, мг/кг (метали)				
	Кобальт	**Мідь (рухома форма)**	**Свинець**	**Цинк**
11	7	4	30	25
12	15	7	85	65
13	25	12	105	85
14	35	14	115	90
15	40	16	120	95
16	45	18	125	105
17	50	21	130	115
18	55	25	145	125
19	60	30	155	135
20	65	35	163	143
21	67	37	169	152
22	69	40	173	155
23	75	43	175	160

Практична робота №9.
Нормування вмісту радіонуклідів у харчових продуктах

Основні теоретичні відомості

Основними джерелами радіоактивного забруднення навколишнього середовища є:

– уранова промисловість, яка займається видобуванням, переробленням, збагаченням та виготовленням ядерного палива;

– ядерні реактори різних типів, в активній зоні яких зосереджено велику кількість радіоактивної речовини;

– радіохімічна промисловість, на підприємствах якої переробляють і поновлюють відпрацьований матеріал;

– місця перероблення та захоронення радіоактивних відходів, для яких неможливо забезпечити абсолютну ізоляцію, і вони виділяють радіонукліди в навколишнє природне середовище;

– використання радіонуклідів у народному господарстві у вигляді закритих радіоактивних джерел невеликої потужності у промисловості, медицині, геології, сільському господарстві.

Іонізуюче випромінювання – це потоки електромагнітних хвиль або частинок речовини, що здатні при взаємодії з речовиною утворювати в ній негативні та позитивні іони.

Поняття іонізуючого випромінювання об'єднує різні за своєю фізичною природою види випромінювання. Подібність між ними полягає у тому, що всі вони характеризуються високою енергією, реалізують свою біологічну дію через ефекти іонізації, що в біологічних структурах призводить до загибелі клітин.

Існують два види іонізуючого випромінювання: корпускулярне та фотонне (електромагнітне).

Здатність ядер деяких хімічних елементів спонтанно перетворюватися в ядра інших хімічних елементів з виділенням енергії у вигляді іонізуючого випромінювання називається радіоактивністю.

Основними видами випромінювань, що існують у природі є:

– альфа (α);

– бета (β);

– гамма (γ);

– нейтронне (n^0).

Кількісною характеристикою джерела випромінювання є його активність, що виражена кількістю радіоактивних перетворень за одиницю часу. У системі СІ одиницею активності речовини є бекерель (Бк), визначений як кількість радіоактивної речовини, у якій за секунду відбувається один акт розпаду. Іноді використовують позасистемну одиницю кюрі (Кі), що відповідає активності 1 г радію.

Діюча нині система нормування в галузі радіаційної безпеки побудована на понятті дозового навантаження. Основними документами, відповідно до яких здійснюють радіаційний контроль за безпекою населення, є «Закон про радіаційну безпеку населення» і прийняті як його розвиток «Норми радіаційної безпеки України – НРБУ - 97», уведені в дію з 1 січня 1998 р. Обидва ці документи спрямовані на забезпечення радіаційної безпеки людини. Екологічних нормативів, які встановлювали б допустимі впливи на екосистеми, в галузі радіаційної безпеки не існує.

Вільна міграція радіоактивних забруднювачів через кореневу систему і накопичення їх у рослинній масі призводить до акумуляції забруднювачів в організмі людини через ланцюги «рослина – людина» та «рослина – тварина – людина». Нині основне дозове навантаження формують радіонукліди цезію та стронцію. Рівень активності ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах

харчування, вирощених у небезпечних за радіаційним фактором регіонах, залежить від типів ґрунтів, особливостей сільськогосподарського виробництва, виду культур тощо. Велике значення має вибір сорту рослин, оскільки сорт визначає їхні властивості.

Допустимі рівні вмісту радіонуклідів у харчових продуктах і питній воді встановлено державним нормативом ДР–97, який регламентує вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr у харчових продуктах на території України, і тих, що ввозитимуться на територію України з метою реалізації.

Значення допустимих рівнів установлено з розрахунку, що вміст радіонуклідів у харчових продуктах не перевищує річної дози внутрішнього опромінення 1 мЗв (мілізіверт). При цьому опромінення внаслідок надходження інших техногенних та природних радіонуклідів не враховується. Під час розроблення ДР–97 як критичні було взято групи дорослих осіб (у розрахунках за ^{137}Cs і ^{90}Sr), дітей і підлітків у віці 12 – 17 років (у розрахунках за ^{90}Sr).

Продукти, крім продуктів спеціального дитячого харчування, придатні до реалізації та вживання, якщо виконується співвідношення (1):

$$\frac{C_{Cs}}{ДР_{Cs}} + \frac{C_{Sr}}{ДР_{Sr}} \le 1,$$

де C_{Cs} і C_{Sr} – результати вимірювання питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у даному харчовому продукті; $ДР_{Cs}$ і $ДР_{Sr}$ нормативний вміст ^{137}Cs та ^{90}Sr у певному харчовому продукті (таблиця 1).

Таблиця 1

Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у харчових продуктах та питній воді (Бк·кг $^{-1}$, Бк·л $^{-1}$)

Назва продукту	^{137}Cs	^{90}Sr
Хліб, хлібопродукти	20	5
Картопля	60	20
Овочі (листяні, коренеплоди, столова зелень)	40	20
Фрукти	70	10
М’ясо, м’ясні продукти	200	20
Риба, рибопродукти	150	35
Молоко, молочні продукти	100	20
Яйця	6	2
Вода	2	2
Молоко згущене й консервоване	300	60
Молоко сухе	500	100
Свіжі дикорослі ягоди та гриби	500	50
Сушені дикорослі ягоди та гриби	2500	250
Лікарські рослини	600	200
Спеціальні продукти дитячого харчування	40	5

У разі виникнення радіаційних аварій можуть бути введені в установленому порядку тимчасово аварійно допустимі рівні вмісту радіонуклідів у продуктах харчування та питній воді.

Якщо випромінювання від продуктів харчування, забруднених цезієм, перевищує рівень фону на 0,09 – 135 мкЗв·год$^{-1}$ (10 – 15 мкР·год$^{-1}$), що відповідає приблизно 3,7 кБк·кг$^{-1}$, рекомендується відмовитися від їх споживання або обмежити споживання вдвічі, порівняно зі звичайним раціоном, а якщо випромінювання від продуктів харчування підвищить потужність

дози 0,27 мкЗв·год$^{-1}$ (30 мкР·год$^{-1}$) над рівнем фону, то споживання має становити не більше 0,25 звичайного раціону, при 0,9 мкЗв·год$^{-1}$ (100 мкР·год$^{-1}$) – не більше 0,1 звичайного раціону.

Якщо потрапляють радіоактивні речовини всередину організму, людина зазнає постійного опромінювання доти, доки радіоактивні речовини не виведуться з організму в результаті розпаду або фізіологічного обміну. Це опромінення дуже небезпечне, воно спричиняє ураження різних органів і призводить до незворотних процесів в організмі людини. Змінюється склад найважливіших тканин живого організму (зокрема крові, кісткового та спинного мозку), що з часом може призвести до летального наслідку.

Завдання

Визначити ступінь забрудненості харчових продуктів (по кожному виду) радіонуклідами використовуючи співвідношення (1):

- для дорослого населення;
- дітей і підлітків у віці 12 – 17 років.

Дані для виконання розрахункової роботи наведено в додатку 1.

Сформулювати висновки.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення іонізуючого випромінювання.
2. Дайте стислу характеристику основним видам іонізуючого випромінювання.
3. Які наслідки потрапляння радіоактивних речовин в організм людини?
4. Який Закон України встановлює допустиме дозове навантаження на населення?
5. Як має виконуватися співвідношення для дозволу реалізації та вживання харчових продуктів?

Додаток 1

Варіанти завдань для практичної роботи 9
Нормування вмісту радіонуклідів у харчових продуктах

(вміст радіонуклідів у харчових продуктах, С)

Номер варіанта	Радіонукліди	Хліб, Бк/кг	Овочі, Бк/кг	М'ясо, Бк/кг	Молоко, Бк/кг
1	^{137}Cs	12	27	90	30
	^{90}Sr	0,5	5	2	4
2	^{137}Cs	10	26	95	40
	^{90}Sr	0,3	6	3	5
3	^{137}Cs	11	25	100	45
	^{90}Sr	1,0	7	5	6
4	^{137}Cs	9	24	105	50
	^{90}Sr	1,2	8	6	7
5	^{137}Cs	8	23	110	52
	^{90}Sr	1,3	10	7	8
6	^{137}Cs	7	17	115	55
	^{90}Sr	1,7	11	8	9
7	^{137}Cs	5	20	118	60
	^{90}Sr	2,0	12	9	10
8	^{137}Cs	13	29	120	63
	^{90}Sr	2,1	13	10	12

9	^{137}Cs	14	18	122	65
	^{90}Sr	2,2	14	12	13
10	^{137}Cs	15	15	125	67
	^{90}Sr	2,5	15	14	14
11	^{137}Cs	16	10	128	70
	^{90}Sr	3,0	16	15	15
12	^{137}Cs	17	35	130	73
	^{90}Sr	3,7	17	16	16
13	^{137}Cs	18	38	132	75
	^{90}Sr	4,2	18	17	18
14	^{137}Cs	19	42	134	77
	^{90}Sr	4,7	19	18	20
15	^{137}Cs	22	33	137	78
	^{90}Sr	5,2	21	19	22
16	^{137}Cs	17	35	140	80
	^{90}Sr	6,0	22	20	25
17	^{137}Cs	21	38	142	82
	^{90}Sr	6,3	23	21	27
18	^{137}Cs	23	40	144	84
	^{90}Sr	6,8	24	22	29
19	^{137}Cs	24	42	146	86
	^{90}Sr	7,0	25	23	30
20	^{137}Cs	25	45	148	88
	^{90}Sr	7,5	26	24	32

Практична робота №10.

Розрахунок безпечної відстані від антени радіолокаційної станції (розмір санітарно-захисної зони навколо радіотехнічного об'єкту РТО)

Основні теоретичні відомості

Електричні і магнітні поля – це прояви єдиного цілого, яке називають електромагнітним полем. ***Електромагнітне поле*** – особлива форма матерії, яка існує незалежно від нас та від наших знань про нього. Фундаментальні закони природи електромагнетизму були відкриті Максвеллом. Максвелл був глибоко переконаний у тому, що електромагнітні хвилі існують реально. Але він не дожив до того до того часу, коли їх було виявлено експериментально. Лише через 10 років (у 1886 р.) після його смерті електромагнітні хвилі експериментально добув німецький фізик Генріх Герц. У дослідах Герца довжина хвилі становила кілька десятків сантиметрів і виявилось, що швидкість електромагнітної хвилі дорівнює швидкості світла с = 300 000 км/с. Праці Герца стали експериментальним обґрунтуванням теорії електромагнітного поля.

Останнім часом проблема взаємодії людини з електромагнітними полями (ЕМП) стала надзвичайно актуальною у зв'язку з інтенсивним розвитком радіозв'язку та радіолокації, масовим розповсюдженням побутових електричних та радіоелектронних пристроїв. На сьогоднішній день більшість населення фактично мешкає у ЕМП штучної (антропогенної) природи, інтенсивність яких у окремих районах у сотні разів перевищує середній природний фон.

Джерелами електромагнітних полів є атмосферна електрика, радіовипромінювання Сонця та космосу, квазістатичні, електричні та магнітні поля Землі, штучні джерела.

До природного джерела ЕМП відноситься геомагнітне поле Землі. Зміни в геомагнітному полі пов'язані з сонячною активністю. Але цей зв'язок не є прямою функціональною залежністю, а є наслідком накладання процесів різного масштабу і різної фізичної природи, а саме процесів, що відбуваються на Сонці, у міжпланетному просторі, атмосфері Землі. Швидкі та сильні зміни характеристик магнітного поля називають магнітними бурями. За мільйони років еволюції організми пристосувалися до певного рівня і коливань магнітного поля, а також до впливу природного електромагнітного поля. Вважається, що на людину безперервно діє природне електричне поле напруженістю 120-150- В/м та магнітне поле Землі напруженістю 24-40 А/м.

Електромагнітне поле Землі для біосфери є своєрідним захистом та умовою її існування. Якщо природне поле Землі необхідне для існування живого світу, то сильне електромагнітне випромінювання від штучних джерел негативно впливає на людину, рослини, тварини та може привести до значних функціональних порушень природних екологічних систем.

У різних галузях промисловості широкого використання набули електромагнітні поля – змінні та постійні. Їх використовують для індуктивного нагрівання у ковальсько-пресовому виробництві, термообробці різних виробів та матеріалів, одержання плазмового стану речовин тощо.

Інтенсивний розвиток електроніки та радіотехніки викликає забруднення довкілля електромагнітними полями. Головними джерелами електромагнітного випромінювання є радіотелевізійні та радіолокаційні станції, засоби радіозв'язку, високовольтні лінії електропередачі (ЛЕП), електростанції, трансформаторні підстанції, а також лінії електротранспорту.

Лінії передач (ЛЕП) напругою до 1150 кВ, відкриті розподільчі пристрої, вимірювальні пристрої та допоміжне обладнання – *джерела електричних полів промислової частоти.*

При роботі з матеріалами, які легко електризуються, при експлуатації високовольтних установок постійного струму утворюються *електростатичні поля*.

Джерела *постійних магнітних полів* – електромагніти, соленоїди, імпульсні установки напівперіодного та конденсаторного типу, металокерамічні магніти тощо.

Електромагнітне поле характеризується безперервним розподілом у просторі, здатністю розповсюджуватися із швидкістю світла, діяти на заряджені частинки та струми, внаслідок чого енергія поля перетворюється в інші види енергії. Змінне електромагнітне поле являє собою сукупність двох взаємопов'язаних полів – електричного та магнітного і характеризується відповідними векторами напруженості Е (В/м) та Н (А/м). ***Мірою забруднень ЕМП є напруженість поля, одиницею якої є вольт на метр (В/м).***

Джерелами електромагнітних полів (ЕМП) у авіації є:

- зв'язкові, командні та аварійні радіостанції;
- радіонавігаційне обладнання (бортові радіолокаційні станції, радіовисотоміри, радіокомпаси, радіодальноміри);
- наземні диспетчерські пункти;
- посадочні радіолокаційні станції (РЛС);
- радіопеленгатори і радіомаяки.

Наслідки дії електромагнітних полів на людину залежать від напруженості електричного та магнітного полів, потоку енергії, частоти коливань, розміру поверхні тіла, яке опромінилось, індивідуальних властивостей організму.

Електромагнітне поле на людину діє наступним чином: в електричному полі атоми та молекули поляризуються, полярні молекули (наприклад, молекули води) орієнтуються за напрямком розповсюдження електромагнітного поля; в електролітах, якими є рідкі складові тканини (наприклад, кров), після дії зовнішнього поля з'являються різні струми.

Змінне електричне поле викликає нагрівання тканин організму людини, як внаслідок змінної поляризації діелектрика (хрящі, сухожилля), так і за рахунок появи струмів провідності. Тепловий ефект є наслідком поглинання енергії електромагнітного випромінювання. Чим більша напруженість поля та час дії, тим сильніше проявляються такі ефекти.

Найінтенсивніше електромагнітні поля діють на органи людини з великим вмістом води. Перегрівання особливо небезпечне для тканин із слаборозвинутою судинною системою або недостатнім кровообігом (очі, мозок, нирки, шлунок, жовчний та сечовий міхури). Це відбувається тому, що кровоносну систему можна представити як систему водяного охолоджування. Наприклад, опромінення очей призводить до помутніння кришталика ока (катаракту), яке відбувається не відразу, а через деякий час після опромінення. Підступність дії електромагнітних полів полягає в тому, що вплив від цих полів не виявляються органами відчуття.

Електромагнітні поля впливають специфічно, вони змінюють орієнтацію молекул або їх ланцюги відповідно до направлення силових ліній електричного поля, послаблюють біохімічну активність білкових молекул, порушують функції серцево-судинної системи та обмін речовин. Проте, ці зміни мають зворотний характер.

Дія постійних магнітних та електростатичних полів залежить від їх напруженості та часу дії. Якщо відбувається вплив полів, напруженість яких вища за гранично допустимий рівень, розвиваються порушення нервової, серцево-судинної систем, органів дихання, органів травлення та біохімічних показників крові тощо.

Основний параметр, який характеризує біохімічну дію електромагнітного поля промислової частоти (частота 50 Гц) – електрична напруженість. Магнітна складова поля суттєво не впливає на організм, тому що в установках напруженість магнітного поля промислової частоти не перевищує 25 А/м, а шкідлива біологічна дія проявляється при напруженості магнітного поля 150-200 А/м.

Дія електричного поля промислової частоти впливає на мозок та центральну нервову систему людини. Поряд з біологічною дією, електричне поле зумовлює виникнення розрядів між людиною та металевими предметами, а струм розряду може викликати судоми.

Гранично допустима напруженість постійного електричного (електростатичного) поля $E_{доп}$ визначається залежно від тривалості опромінення згідно із Санітарно-гігієнічними нормами допустимої напруженості електростатичного поля № 1757 -77, а для промислової частоти прийнята напруженість електричного поля 5 кВ/м протягом кожного робочого дня.

Залежно від характеру та місцезнаходження джерел полів, умов опромінення людей використовують різноманітні методи захисту від електричних та магнітних полів: захист часом відстанню, вибір оптимальних геометричних параметрів установок, повітряних ліній та відкритих розподільних пристроїв, стаціонарні та пересувні екрануючі пристрої (екрани), спеціальний екрануючий одяг.

Екологічно несприятливий вплив здійснюють як електромагнітні випромінювання промислової частоти, так і частот радіохвильового діапазону. Джерелами перших є електричні підстанції і електромережі, інших - антени радіомовних і телепередаючих станцій, спеціальних засобів зв'язку і радіолокаційних станцій тощо.

Практична частина

Необхідно провести розрахунки безпечної відстані від антени радіолокаційної станції, що працює в імпульсному режимі і випромінює енергію надзвичайно високої частоти. У цьому частотному діапазоні безпечна густина потоку енергії, відповідно до нормативів, не повинна перевищувати 10 мкВт/см^2 або 0,1 Вт/м^2.

Технічні дані:

- потужність імпульсу, P_i - відповідно до варіанту;
- довжина хвилі, λ - відповідно до варіанту;
- тривалість імпульсу, τ - відповідно до варіанту;
- частота повторення імпульсу, F - 2000 Гц;
- геометрична поверхня антени, S_a - 0,4 м^2;
- коефіцієнт використання антени, γ - 0,4;
- відстань від випромінювача R - 500 м.

Розв'язання:

Густина потоку енергії виражається співвідношенням

$$\sigma = \frac{\mathrm{P_{ср}} G}{4\pi R^2}$$

де $P_{ср}$ – середня потужність імпульсу (Вт); G – коефіцієнт посилення антени; R – відстань від випромінювача (м).

1. Знаходимо середню потужність випромінювання $P_{ср}$ (Вт);

$$\mathrm{P_{ср}} = \frac{\mathrm{P_i}\tau}{\mathrm{T}} = \mathrm{P_i}\tau F$$

2. Обчислюємо ефективну площу антени (м^2):

$$S_{\text{еф}} = S_a \gamma$$

3. Розраховуємо коефіцієнт посилення антени:

$$G = \frac{4\pi S_{\text{еф}}}{\lambda^2}$$

4. Розраховуємо безпечну відстань $R_{безп}$ від антени РЛС, на якій можуть перебувати люди.

$$R_{\text{безп}} = \sqrt{\frac{P_{\text{ср}} G}{4\pi\sigma}}$$

Сформулювати висновки

Контрольні запитання

1. Що являє собою електромагнітне поле?
2. Які основні природні джерела електромагнітного випромінювання?

3. Які основні штучні джерела електромагнітного випромінювання?
4. Які основні характеристики електромагнітного поля?
5. Як електромагнітне випромінювання впливає на здоров'я людини?

Варіанти завдань для практичної роботи №10
«*Розрахунок безпечної відстані від антени радіолокаційної станції*»

Номер варіанта	Довжина хвилі λ, см	Тривалість імпульсу τ, мкс	Потужність імпульсу P_i, кВт	Номер варіанта	Довжина хвилі λ, см	Тривалість імпульсу τ, мкс	Потужність імпульсу P_i, кВт
1	1,0	1,1	100	13	5,0	2,3	260
2	1,2	1,2	120	14	5,3	2,2	270
3	1,3	1,2	150	15	5,7	2,1	275
4	1,7	1,3	170	16	6,0	1,9	280
5	2,5	1,5	190	17	6,3	1,8	285
6	3,0	1,6	200	18	6,7	1,7	290
7	3,5	1,7	210	19	7,0	1,6	295
8	4,0	1,8	220	20	7,5	1,5	300
9	4,3	1,9	230	21	8,0	1,4	310
10	4,5	2,1	235	22	9,0	1,3	320
11	4,7	2,2	240	23	9,2	1,2	330
12	4,9	2,4	250	24	9,5	0,9	335

Практична робота №11.
Розрахунок площі полігону твердих побутових відходів

Мета роботи: засвоїти методи розрахунку площі полігону твердих побутових відходів..

Основні теоретичні відомості

Натепер для будь-якого населеного пункту проблема видалення або знезараження твердих побутових відходів (ТПВ) є, передусім, екологічною проблемою. При цьому важливо, щоб процеси утилізації не порушували екологічну безпеку міста, нормальне функціонування міського господарства та не погіршували умови життя населення.

Виробнича і побутова діяльність людини пов'язана з утворенням відходів. Якщо газоподібні та рідкі відходи порівняно швидко поглинаються природним середовищем, то асиміляція твердих відходів триває десятки і сотні років. Місця складування відходів займають величезні площі. Щорічно в Україні складується до 1,5 млрд. т. твердих відходів. Сміттєзвалища займають понад 150 тис. га.

Проблема відходів – це проблема великих міст, і чим більше місто, тим ця проблема гостріша.

Відходи – будь-які речовини, матеріали та предмети, які утворюються в процесі людської діяльності та не можуть бути використані за місцем їх утворення або появи, від яких їх власник повинен позбавитися шляхом утилізації або знешкодження.

Тверді побутові відходи – непридатні для подальшого використання продукти харчування та предмети побуту, що утворюються в процесі життєдіяльності люди.

Утилізація відходів – це використання відходів як вторинних матеріалів або енергетичних ресурсів. Утилізація – використання з користю (від. лат. utilius – користь).

Реутилізація (рецикл) – отримання з використаної готової продукції шляхом її перероблення нової продукції того ж або близького типу (наприклад, паперу з макулатури, металу з металолому тощо). Використання ТПВ як вихідної речовини для другого виробництва також є одним з видів реутилізації.

Складуванню на полігонах ТПВ підлягає здебільшого та частина ТПВ, яка не може бути утилізована.

Відсотковий вміст морфологічного складу ТПВ (табл. 1) досить умовний, оскільки на співвідношення складових впливають ступінь благоустрою жилого фонду, пори року, кліматичні та інші умови. У складі ТПВ постійно збільшується вміст паперу, пластмас, фольги, різного роду банок, поліетиленових плівок та інших упаковок. Особливо великі коливання харчових відходів – з 28 % весною до 45% і більше літом та восени. Вологість харчових відходів коливається від 60–70 % навесні до 80–85% літом та восени. Вологість харчових відходів ресторанів, столових та інших підприємств харчування досягає 95 %.

Раніше в регіонах відходи складувалися в основному на непідготовлених та необладнаних звалищах. За такої організації звалищ головну роль відігравали фактори, що враховували економію коштів від експлуатації звалищ. Тому звалища, як виявилося пізніше, були розміщені на землях, що не використовувалися, у відпрацьованих кар'єрах будівельних матеріалів, поблизу населених пунктів. Ігнорування ролі геологічних умов щодо вибору ділянки під звалище ТПВ і нехтування природоохоронними заходами призвели до того, що багато звалищ стали джерелами інтенсивної дії на природу і людину. З кожним роком у регіонах посилюється суперечність між містом (основним виробником ТПВ) та околицями (куди вивозяться відходи на захоронення).

Таблиця 1

Морфологічний склад ТПВ

Назва ТПВ	Вміст, %
Папір, картон	20,0–30,0
Продуктові відходи	28,0–45,0
Дерево	1,5–4,0
Метал чорний	1,5–4,5
Метал кольоровий	0,2–0,3
Текстиль	4,0–7,0
Кістки	0,5–2,0
Скло	3,0–8,0
Шкіра, резина, взуття	1,0–4,0
Пластмаса	1,5–5,0
Інші	1,0–3,0

Вирішення проблеми екологічної безпеки ТПВ добре відомо – залучення їх для промислового перероблення та утилізації. На сьогодні є три шляхи вирішення цієї проблеми: *термічне оброблення побутових відходів, аеробне біотермічне компостування, розміщення і захоронення побутових відходів на полігонах*.

Термічне оброблення побутових відходів не набуло в Україні належного поширення. В Україні постійно діє лише київський сміттєспалювальний завод «Енергія», хоч у 80-х їх було побудовано чотири - крім столиці, ще у Харкові, Сімферополі, Дніпропетровську (останній запускається епізодично і з великими перебоями). Для порівняння, наприклад, у невеликій Данії ССЗ кілька десятків. Загальна кількість сміттєспалювальних заводів у Європі - 367, а в Японії - понад 600.

Серед способів знезараження ТПВ велика увага приділяється їх ліквідації спалюванням в спеціальних печах на ССЗ. Водночас звичайні процеси спалювання ТПВ супроводжуються утворенням сильнотоксичних речовин, у тому числі і діоксинів.

Досить перспективним вважається спалювання ТПВ у сплавах металів або розплавленому шлаку. Переваги цього способу полягають у тому, що через високу температуру таких сплавів розкладання ТПВ відбувається досить швидко і повністю, а мінеральні складові розплавляються і переходять у шлак.

Найбільш перспективною є утилізація ТПВ на заводах, що працюють за технологією аеробного біотермічного компостування. При цьому ТПВ знезаражуються і перетворюються в компост, який являє собою органічне добриво, що містить азот, фосфор, калій та мікроелементи. У результаті перетворення в компост складові елементи ТПВ залучаються у природний кругообіг речовин у біосфері.

У процесі анаеробного біотермічного перероблення ТПВ вихід компосту становить 60–68 % від початкової маси в приймальному бункері. В готовому компості вміщується до 1 % азоту, 0,6 % фосфору, 0,3 % калію, 2,5 % кальцію і 60 % органічної речовини.

Полігони ТПВ розміщують у разі виконання таких умов:

– на землях несільськогосподарського призначення, непридатних для сільського господарства, не зайнятих зеленими насадженнями;

– на ділянках, де є можливість здійснення заходів і впровадження інженерних рішень, що виключать забруднення навколишнього природного середовища, розвиток небезпечних геологічних процесів або інших негативних процесів та явищ;

– на ділянках, що прилягають до міських територій, якщо вони не включені в житлову забудову відповідно до генерального плану забудови міста на найближчі 25 років, а також під перспективну забудову;

– на ділянках, що характеризуються природною захищеністю підземних вод від забруднення.

За межами зон можливого впливу на водозабори, поверхневі води, заповідники, курорти тощо.

З урахуванням «рози вітрів» відносно житлової забудови, зон відпочинку та інших місць масового перебування населення за межами СЗЗ.

За межами міста, на відстані, не меншій:

– 15 км від аеропорту;

– 3 км від межі курортного міста, відкритих водойм господарського призначення, заповідників, міст відпочинку перелітних птахів, морського узбережжя;

– 1 км межі міста;

– 0,5 км від жилої забудови (СЗЗ);

– 0,2 км від сільськогосподарських угідь та від автомобільних і залізничних колій загальної мережі;

– 0,05 км від межі лісу і лісопосадок, не призначених для використання в рекреаційних цілях.

Ґрунтові води на ділянці розміщення полігонів ТПВ повинні бути на глибині, не меншій ніж 2 м від його фундаменту.

Практична частина. Розрахунок площі полігону ТПВ

Вихідні дані:

1. розрахунковий термін експлуатації полігона (T, років), відповідно до варіанта, (див. дод.1);
2. питома норма утворення відходів на 1 людину за рік (W_1, м^3/рік); у середньому W_1= 1,2 м^3/рік;
3. швидкість щорічного приросту питомої норми (U, %); U = 1,8 %;
4. чисельність населення міста на момент проектування полігона N_1, осіб;
5. прогнозована чисельність населення міста через T років – N_2, осіб;
6. орієнтовна висота «пагорба» ТПВ на полігоні відповідно до архітектурно-планувального управління міста ($H_{\text{п}}^{\text{ор}}$, м).

1. Визначення загальної місткості полігону.

Визначення питомої норми утворення W_2 відходів через T років, на одну людину за рік, м^3:

$$W_2 = W_1\left(1+\frac{U}{100}\right)^T,$$

(це формула обчислення «складних відсотків», що нараховуються раз на рік)

Розрахунок загальної місткості полігону E_T, м^3:

$$E_{\text{T}} = \frac{W_1 + W_2}{2} \times \frac{N_1 + N_2}{2} \times \frac{K_2}{K_1} T,$$

де N_1 – чисельність населення міста на момент початку експлуатації полігону; N_2 – чисельність населення на момент закриття полігону; K_1 – коефіцієнт ущільнення ТПВ за весь період T експлуатації полігону; K_2 – коефіцієнт, який враховує обсяг ізолювальних шарів ґрунту; T – період експлуатації полігону (років).

Коефіцієнти K_1 і K_2 визначаються відповідно до табл. 2 і 3 залежно від орієнтовної висоти пагорба полігону ТПВ $H_{\text{п}}^{\text{ор}}$, м.

Таблиця 2

Значення коефіцієнта K_1 при різній масі ущільнювального бульдозера

Маса бульдозера, т	Орієнтовна висота «пагорба» полігону ТПВ $H_{\text{п}}^{\text{ор}}$, м	K_1
12-14	< 10	3,7
14-20	10–30	4,0
20–25	> 30	4,5

Таблиця 3

Значення коефіцієнта K_2

$H_{\text{п}}^{\text{ор}}$, м	<5,0	5,0…7,0	7,1…9,0	10…12	13…15	16….39	40…50
K_2	1,37	1,27	1,25	1,24	1,2	1,18	1,16

2. Визначення площі полігону

Основа полігону беремо у вигляді прямокутника, а форму пагорба відходів – у вигляді зрізаної піраміди.

З об'єму піраміди $\left(V = S\frac{H}{3}\right)$ визначаємо її основу (площу ділянки складування ТПВ) $S_{д.с}$, м^2:

$$S_{д.с} = \frac{3V}{H} = \frac{3E_T}{H_п^{ор}}.$$

Навколо ділянки складування відходів має бути вільна площа для руху і роботи транспорту, механізмів, обслуговуючого персоналу та під'їзних доріг. Тому необхідна під полігону площа $S_п$ (м^2) повинна бути більшою від ділянки складування $S_{д.с}$ для розміщення допоміжної зони $S_{доп}$ ($S_{доп}$ = 0,6 га) і проїзних доріг (коефіцієнт 1,1):

$$S_п = 1{,}1S_{д.с} + S_{доп}.$$

Завдання. Використовуючи дані індивідуального завдання (дод. 1) та методику розрахунку, необхідно:

- визначити питому норму утворення відходів W_2 відходів через T років на одну людину за рік, м^3;
- визначити загальну місткість E_T полігону ТПВ, м^3;
- площу ділянки складування відходів $S_{д.с,}$, м^2 ;
- розрахувати площу полігону $S_п$, м^2.
- сформулювати висновки.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення ТПВ.
2. Що таке утилізація?
3. Наведіть визначення реутилізації.
4. Які види відходів приймаються на полігон ТПВ?
5. Як класифікуються відходи?
6. Які відходи називаються токсичними?
7. Наведіть склад і властивості ТПВ.
8. Як виконується термічне оброблення ТПВ?
9. Опишіть процес анаеробного біотермічного компостування.
10. Розкрийте основні положення проектування полігона ТПВ.

Додаток 1

Варіанти завдань для практичної роботи № 11
«Розрахунок площі полігону твердих побутових відходів»

Номер варіанта	***T, років***	**N_1, тис. людей**	**N_2, тис. людей**	**H_n^{op} (м)**
1	20	350	500	8
2	20	1300	2000	32
3	25	280	450	25
4	18	630	1000	35
5	22	410	800	30
6	25	250	520	15
7	20	1100	1800	35
8	18	800	1100	30
9	19	425	630	33
10	22	370	530	30
11	23	1600	2200	40
12	25	1025	1500	38
13	20	220	390	12
14	18	420	610	25
15	18	550	950	25
16	22	1310	2000	40
17	22	355	940	15
18	25	820	1300	30
19	20	225	475	6
20	22	510	975	25
21	23	650	700	20
22	27	700	800	17
23	30	750	900	25

Практична робота №12
Діагностика стану лісових насаджень, які пошкоджені техногенними забрудненнями атмосфери

Основні теоретичні відомості

Пошкодження зелених насаджень техногенним забрудненням атмосфери залежить від його якісних та кількісних характеристик.

Найбільш токсичними для деревної рослинності є сірчистий ангідрид, оксиди азоту, аміак, пари сірчаної кислоти. Саме ці фітотоксиканти складають основну частину викидів підприємств з виробництва аміаку, добрив, сірчаної кислоти і ряду інших сполук. При надходження їх в атмосферу спостерігається не лише забруднення приземного шару повітря, але й опадів, підстилки, ґрунту.

Залежно від концентрації токсикантів і періоду впливу спостерігається два типи пошкоджень: гострий і хронічний. Гострий тип пошкодження спостерігається у разі короткочасного впливу високих концентрацій токсикантів. Всихання відбувається швидко, а

наслідки мають катастрофічний характер. Менш небезпечний хронічний тип пошкоджень, який викликаний тривалим впливом низьких концентрацій і накопиченням в листі та хвої токсикантів. Для нього характерні – передчасний листопад, зменшення хвойності і листяності крон або навіть усихання дерев. У степовій зоні передчасне опадання хвої сосни звичайної спостерігається після накопичення в ній 0,2 – 0,3 % сірки від абсолютно сухої речовини.

Пошкодження насаджень фітотоксикантами має таку просторову залежність:

– найсильніше пошкоджуються дерева найбільш наближені до джерела викидів;

– стан дерев поліпшується у міру віддалення від підприємства;

– найбільш сильно пошкоджуються дерева в напрямках з частими вітрами з боку промислового підприємства.

Така просторова закономірність зміни стану деревостою дозволяє виділити в районі забруднення атмосфери зони пошкодження лісових насаджень, що надзвичайно важливо для успішного планування і проведення лісогосподарських заходів, спрямованих на підвищення стійкості лісових насаджень до фітотоксикантів.

Установлення кореляційних взаємозв'язків між радіальним приростом дерев як основним показником життєздатності головного компонента фітоценозу і деякими показниками, які характеризують загальний стан лісових насаджень, дозволило попередньо визначити достовірні критерії, на основі зміни яких і виділялися зони пошкодження нових насаджень. Такими показниками є індекс стану і охвоєність дерев.

Пошкодження дерев слід визначати за модифікованою шкалою категорій стану дерев з виділенням таких категорій:

1) здорові дерева – без ознак пошкодження;

2) ослаблені дерева, у яких пошкоджено, усохло або немає до 1/3 хвої (листя), укорочений приріст пагонів;

3) сильно ослаблені – пошкоджено, усохло або відсутньою є до 2/3 хвої (листя), із сильно укороченим приростом пагонів, а також із сухими верхівками;

4) всихаючі – дерева з блідо-зеленою чи жовтіючою хвоєю, у яких пошкоджено або відсутньою є більше 2/3 хвої (листя);

5) свіжий сухостій – дерева, які посохли в поточному році, із сухою хвоєю чи без неї;

6) старий сухостій – дерева, які посохли в минулому році, без хвої, частково або повністю без кори, яка легко відстає від ствола дерев.

Ступінь пошкодження дерев промисловими викидами характеризується індексом стану, який визначається за формулою

– для чистих деревостанів:

$$I_{\text{с}} = \frac{\left(k_1 n_1 + k_2 n_2 + ... + k_6 n_6\right)}{N},$$

де $I_{\text{с}}$ – індекс стану деревостану; $k_1 ... k_6$ – категорія стану (від I до VI); $n_1 ... n_6$ - число дерев даної категорії стану; N – число дерев на пробній площі.

– для змішаних деревостанів:

$$I_{\text{с}} = \begin{pmatrix} k_1\left(n_{\text{а}} + n_{\text{b}} + ... n_{\text{і}}\right) + k_2\left(n_{\text{а}} + n_{\text{b}} + ... + n_{\text{і}}\right) + ... \\ ... + k_6\left(n_{\text{а}} + n_{\text{b}} + ... + n_{\text{і}}\right) \end{pmatrix} / N$$

де $I_{\text{с}}$ – індекс стану деревостану; $k_1 ... k_6$ – категорія стану (від I до VI); $n_1 ... n_6$ – кількість дерев відповідної категорії стану; N – кількість дерев на пробній площі.

Виділяти зони пошкодження лісових насаджень слід за табл.1. Критерієм зонування є зміна індексу стану на один бал і падіння приросту.

Таблиця 1

Шкала оцінювання санітарного стану і виділення зон пошкодження деревостанів

Індекс стану	Поточний середній періодичний приріст від контролю, %	Ступінь пошкодження	Санітарний стан деревостою	Середня категорія стану	Зона пошкодження
1,00–1,50	100	Немає	Здоровий	1	-
1,51–2,50	71-100	Слабкий	Послаблений	2	III
2,51–3,50	40–70	Середній	Сильно послаблений	3	II
3,51–4,50	40	Сильний	Всихаючий	4	I
4,51–6,00	0	Дуже сильний	Мертвий	5	I[a]

У районі промислових підприємств на основі проведених досліджень виділяють такі зони пошкодження лісових насаджень:

I – зона всихаючих насаджень (у лісовій зоні в радіусі до 7 км від джерела забруднення, у степовій – до 2 км);

II – зона сильно ослаблених насаджень (в лісовій – в радіусі до 10 км, у степовій – до 5 км);

III – зона послаблених насаджень (лісова зона – в радіусі до 15 км, степова – до 7 км);

IV – зона насаджень, які перебувають під загрозою можливих пошкоджень, у яких відсутнє візуальне пошкодження.

Стан лісових насаджень у зоні техногенного забруднення атмосфери змінюється. При хронічному типі пошкодження стан деревостанів погіршується відносно повільно, зазвичай протягом року індекс стану збільшується лише на 0,1 – 0,5 од. Водночас за гострого пошкодження або співпадання негативної дії низьких концентрацій токсикантів і інших негативних факторів, зокрема, таких небезпечних явищ погоди, як посуха, сильні морози або заморозки, процес усихання лісових насаджень йде надто швидко.

Сильне погіршення стану деревостоїв приводить до значної зміни площ і меж зон пошкоджень. У зв'язку з цим у районі забруднення атмосфери потрібно здійснювати постійний контроль за станом лісових насаджень. Інвентаризація лісових насаджень при хронічному типі забруднення потрібно проводити через 2–3 роки, у разі гострої ж або синергувальної дії декількох негативних факторів – через рік.

Завдання

1. У березовому гаї росте 70 дерев без ознак пошкодження, 23 дерев немає до 1/3 листя, 2 дерева свіжого сухостою, 5 дерев старого сухостою. Розрахувати індекс стану деревостану та зробити відповідні висновки.

2. У змішаному лісі росте 356 сосен, з них 68% – без ознак пошкодження, 12 % – сильно ослаблені, 13 % – всихаючі, 3% – свіжий сухостій, 4% – старий сухостій; 178 берез, з них 23 % – ослаблені, 1 % – свіжого сухостою, 1 % – старого сухостою, решта – здорові дерева; 64 дуби, з них 1% – старого сухостою, 5 % всихаючі, 13 % – ослаблених, решта – без ознак пошкодження. Розрахувати індекс стану деревостану та зробити відповідні висновки.

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте типи пошкоджень лісових насаджень фітотоксикантами.
2. Яка просторова залежність пошкодження лісових насаджень забруднювальними речовинами?
3. На основі яких показників виділяють зони пошкодження лісових насаджень?
4. Яка динаміка зміни стану лісових насаджень в залежності від типу пошкодження?

Практична робота №13
Визначення категорії небезпечності підприємства та ступеня забрудненості атмосферного повітря

Основні теоретичні відомості

Категорію небезпечності підприємства визначають залежно від маси, виду та складу забруднювальних речовин, що викидаються підприємством. Це визначення є дуже важливим, оскільки залежно від категорії небезпечності підприємств обліковуються викиди забруднювальних речовин в атмосферу і запроваджується періодичність звітності та контролю за викидами підприємств. Залежно від категорії небезпечності підприємств кожному підприємству призначається розмір санітарно – захисної зони.

Категорію небезпечності підприємств (КНП) визначають за виразом:

$$КНП = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{M_i}{ГДК_{сд}} \right)^{a_i},$$

де M_i – маса викиду i-ї забруднювальної речовини за одиницю часу, т/рік; $ГДК_{сд}$ – середньодобова ГДК i-ї забруднювальної речовини, мг/м^3; n – кількість забруднювальних речовин, які викидаються підприємством і забруднюють атмосферу; a_i – безрозмірна константа, яка дозволяє порівняти ступінь шкідливості i-ї забруднюючої речовини зі шкідливістю сірчистого газу, a_i визначається за табл. 1.

Таблиця 1

Безрозмірна константа
відповідно до класу небезпечності речовини

Клас небезпечності речовин	1	2	3	4
Константа a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Таблиця 2

Категорії небезпечності підприємств

Категорії небезпечності	Значення КНП
I	$\leq 10^8$
II	$10^8 > КНП \geq 10^4$
III	$10^4 > КНП \geq 10^3$
IV	$< 10^3$

Завдання

Визначити відповідно до варіанта категорію небезпечності підприємства.

Контрольні запитання

1. На які групи поділяють підприємства за величиною КНП?
2. Які фактори впливають на визначення категорії небезпечності підприємства?
3. Від чого залежить періодичність звітності та контролю за викидами підприємств?

Практична робота №14
Визначення розміру санітарно-захисної зони підприємства

Основні теоретичні відомості

Санітарно-захисна зона (СЗЗ) – зона, яка відокремлює промислове підприємство від житлової забудови.

Санітарно-захисна зона – територія навколо потенційно небезпечного підприємства, у межах якої заборонено проживання населення та ведення господарської діяльності, розміри якої встановлюються проектною документацією відповідно до державних нормативних документів. Санітарно-захисна зона створюється для захисту населення від впливу несприятливих виробничих факторів (пилу, газів, шуму, вібрації і ін.), величина яких на межі СЗЗ не повинна перевищувати гігієнічних нормативів, установлених для населених місць. Ширина СЗЗ залежить від характеру і потужності виробництва, досконалості технологічних процесів, рівня несприятливих чинників, рози вітрів, застосування газо- і пилоочисних пристроїв та інших захисних заходів.

Під час планування СЗЗ слід враховувати, що одним з важливих факторів, які забезпечують захист повітряного середовища населених пунктів від промислових забруднень, є озеленення зон газостійкими деревно-кущовими насадженнями.

Таблиця 1

Категорії небезпечності підприємств та розміри санітарно - захисної зони

Категорії небезпечності	Санітарно – захисна зона, м
I	1000
II	500
III	300
IV	100

За величиною категорії небезпечності підприємства поділяються на чотири категорії небезпечності. Граничні умови для виділення підприємства за категорією небезпечності та рекомендовані розміри СЗЗ підприємства наведено в табл. 1.

Завдання

Порівняти рекомендований розмір СЗЗ з розрахованою величиною X для кожної забруднювальної речовини, а також зробити висновок про необхідний розмір СЗЗ та раціональність відведення під неї землі. Завершується виконання роботи рекомендаціями щодо необхідності впровадження природоохоронних заходів на підприємстві.

Контрольні запитання

1. На які групи поділяються підприємства за категорією небезпечності?
2. Що таке СЗЗ?
3. Від яких факторів залежить розмір СЗЗ?

Практична робота №15
Визначення розповсюдження скидів у водойми

Основні теоретичні відомості

Загальний вигляд розповсюдження хімічних та радіоактивних речовин при їх скидах у водойми має такий вигляд:

$$C_{\text{В}} = Q\,R,$$

де $C_{\text{в}}$ – концентрація речовини у воді водойми; Q – потужність скиду речовини у водойму; R – фактор гідрологічного розбавлення.

Формування фактора гідрологічного розбавлення R для різних умов скиду:

1. Під час скидів у велику річку, де можна не враховувати процеси осадження речовин у донних відкладеннях, фактор гідрологічного розбавлення R на відстані x (м) від місця скиду становить:

$$R = \frac{f_{\text{v}} \exp\left(-\frac{\lambda x}{u}\right)}{10^3\, P_0},$$

де P_0 – витрата скидної води у місці скиду (м^3/с); f_{v} – коефіцієнт розбавлення: для місця скиду f_{v} = 1; за повного перемішування $f_{\text{v}} = \frac{P_0}{\text{P}}$, де P – витрата води у річці в місці спостережень, м^3/с; λ – постійна радіоактивного розпаду (враховується лише під час скидів радіоактивних речовин) (с$^{-1}$), інакше λ = 1; u – середня швидкість річки, м/с; 10^3 – перевідний коефіцієнт.

2. Під час скидів у закриту водойму чи маловодну річку фактор гідрологічного розбавлення

$$R = f\,\frac{1}{\lambda V + r},$$

де f – коефіцієнт зниження вмісту хімічних та радіоактивних речовин за рахунок осадження в донних відкладах; V – об'єм водойми; r – сумарні витрати забрудненої води за різними шляхами.

Коефіцієнт f осадження речовин у донних відкладах і на завислих частинках дозволяє враховувати процеси осадження завислих частинок і замулювання донних відкладів. Для визначення цього параметра припускається рівноважний коефіцієнт розподілу радіонукліду в системі «вода – донні відклади» K_{d}. Цей коефіцієнт є специфічним для кожного конкретного хімічного елемента і визначається для випадку, коли система досягла стаціонарного стану, як відношення концентрації речовини в донних відкладах до концентрації цієї речовини у воді.

За відомого коефіцієнта K_d значення коефіцієнта f зменшення вмісту речовини у воді через процеси осадження на дно визначається за формулою

$$f = \frac{1}{1 + K_{\text{d}}\,\frac{V_{\text{b}}}{V}} = \frac{1}{1 + K_{\text{d}}\,\frac{S\,h}{V}},$$

де V_{b} – об'єм обмінного шару донних відкладів, м^3; S – площа дзеркала водойми, м^2; h – «ефективний» шар ґрунтів дна водойми, м.

Коефіцієнт K_{d} краще визначати окремо для кожної водойми окремо. За браком даних K_d можна розрахувати за формулою

$$K_{\text{d}} = k\,t_3,$$

де k знаходиться за табл. 18, t_3 – тривалість затоплення водойми, с.

Таблиця 1

Швидкість переходу речовини з води у донні відкладення, л/кг·с

Клас	Елемент	*k*
А – швидко взаємодіють з відкладеннями	Mn, Co, Zr, Ru, Cs, Eu, Ce, Pu, Am, Cr, Cm, Np	$5 \cdot 10^{-5}$
В – повільно взаємодіють з відкладеннями	C, Zn, Sr, Y	$3 \cdot 10^{-6}$
С – слабо взаємодіють з відкладеннями	H, Nb, Tc, Ag, Sb, Te, I	$4 \cdot 10^{-7}$

Завдання

Визначити концентрацію ацетону в річці, куди з підприємства, що займається лакофарбовим виробництвом, надходять стоки потужністю 1 г/с та інтенсивністю 2 м^3/с, у місці їх надходження у річку та на різній відстані від місця скиду. Швидкість течії річки – 5 м/с. Витрати води у місцях спостережень наведено в додатку 1 відповідно до варіанта завдання.

Контрольні запитання

1. Які фактори впливають на розповсюдження хімічних речовин при їх скидах у водойми?
2. Як залежить фактор гідрологічного розбавлення *R* від умов скиду?

Додаток 1

Варіанти завдань для практичної роботи 15 «Визначення розповсюдження скидів у водоймі»

Номер варіанта	Витрати води в місцях спостережень, м^3/с		
	На відстані 10 м	На відстані 50 м	На відстані 100 м
1	98	108	125
2	95	105	120
3	92	102	115
4	89	99	110
5	86	96	105
6	83	93	100
7	80	90	95
8	78	87	90
9	75	84	87
10	70	80	85

Практична робота № 16
Визначення граничнодопустимих викидів забруднювальних речовин

Основні теоретичні відомості

Викиди забруднювальних речовин у навколишнє середовище нормуються установленням граничнодопустимих викидів цих речовин в атмосферу (ГДВ). Граничнодопустимі викиди — це маса викидів шкідливих речовин за одиницю часу від одного або сукупності джерел забруднення атмосфери міста чи іншого населеного пункту з урахуванням перспективи розвитку промислових підприємств і розсіювання шкідливих речовин в атмосфері, що створює приземну концентрацію, яка не перевищує їх ГДК для населення, рослинного і тваринного світу, якщо немає більш жорстких екологічних вимог та обмежень.

Одиниця вимірювання ГДВ – грам за секунду (1 г/с) установлюється для кожного джерела забруднення атмосфери за умови, що викиди забруднювальних речовин від цього джерела і від сукупності інших джерел з урахуванням розсіювання їх в атмосфері не створять приземної концентрації забруднювальних речовин, яка перевищить ГДК.

Під час розрахунків висоти труби і ГДВ для кожного полютанту потрібно враховувати фонові концентрації шкідливих речовин.

Оскільки джерело викидає декілька різних забруднювальних речовин, то під час розрахунку ГДВ за мінімальну висоту викиду повинно потрібно брати найбільше зі значень H, які визначені для кожного полютанту окремо.

Фактичні викиди забруднювальних речовин котельнею не повинні перевищувати їх ГДВ у будь-який 20 – 30 хвилинний проміжок часу, тому в розрахунках H і ГДВ потрібно використовувати величини $ГДК_{м.р}$ забруднювальних речовин.

Розрахунок ведеться для кожного полютанту за формулою:

$$ГДВ = \frac{\left(ГДК_{м.р.} - C_ф\right) H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}{A F m n \eta},$$

де η – коефіцієнт, який враховує вплив рельєфу місцевості на розсіювання домішок; η = 1, якщо в радіусі 50 висот труби H від джерела перепад відзначок місцевості не перевищує 50 м/км; в інших випадках поправка на рельєф установлюється на основі аналізу картографічного матеріалу, що відображає рельєф місцевості в радіусі 50 висот труби від джерела, але не менше ніж 2 км.

Завдання

Визначити відповідно до варіанта (додаток 1) ГДВ забруднювальних речовин, що викидаються в атмосферу під час спалювання палива в котельні.

За результатами розрахунків заповнити таблицю:

Номер варіанта	$ГДВ_п$, г/с	$ГДВ_{SO2}$, г/с	$ГДВ_{NOx}$, г/с	$ГДВ_{CO}$, г/с

Завершенням цього розрахунку є перевірка умови $M \le$ ГДВ для кожної забруднювальної речовини; пропозиція впровадження того чи іншого заходу з метою збільшення ГДВ забруднювальної речовини, для якого ця нерівність не виконується; перевірка (розрахунок) ефективності цього заходу.

Контрольні запитання

1. Які екологічні нормативи ви знаєте?

2. Як нормуються викиди забруднювальних речовин у навколишнє середовище?
3. Що таке ГДВ?
4. У яких одиницях вимірюється ГДВ?
5. Які параметри потрібно враховувати під час розрахунку ГДВ?

Додаток 1

Вихідні дані для практичної роботи №16

1. Паливо топки котельні – донецьке кам'яне вугілля марки ДР (довгополум'яне):
– витрата палива (згідно із завданням) В = 2400 кг/год;
– зольність $A^р$ = 17 %;
– сірковміст $S^р$ = 3 %;
– нижня теплота згоряння $Q^р_н$ = 5030 ккал/кг;
– теоретично необхідний об'єм повітря (стехіометричне згоряння) V_0 = 5,52 м^3/кг;
– об'єм димових газів (стехіометричне згоряння) $V^0_г$ = 6,06 м^3/кг;
– коефіцієнт, що характеризує залежність продуктів згоряння від виду палива, K = 1,19.

2. Забруднювальні речовини, що викидаються в атмосферу котельні, та їх характеристика:

3.

Забруднювальна речовина	ГДК$_{сд}$, мг/м^3	ГДК$_{м.р}$, мг/м^3	Клас небезпечності
Пил нетоксичний	0,15	0,5	3
Сірчистий ангідрид – SO_2	0,05	0,5	3
Оксиди азоту - NO_x	0,04	0,085	2
Оксид вуглецю - CO	3,0	5,0	4

4. Котельна обладнана димовою трубою з діаметром D = 1,5 м.
5. Пилогазоочисного обладнання котельня не має.
6. Температура газів, що виходять з труби, становить 205 С, розрахункова температура атмосферного повітря становить 25 С.
7. У зоні, окресленій радіусом, що дорівнює 50 висотам труби, перепад відзначок місцевості не перевищує 50 м на 1 км.

7.Фонові концентрації полютантів у районі підприємства становлять: $C^п_ф$ = 0,1 мг/м^3; $C^{SO_2}_ф$ = 0,05 мг/м^3; $C^{NO_x}_ф$ = 0,005 мг/м^3; $C^{CO}_ф$ = 2 мг/м^3.

8.Розрахункові характеристики топки:
– коефіцієнт надлишку повітря α =1,4;
– частка золи палива у виносі $q_в$ = 0,17;
– втрати теплоти з механічним недопалом $q_н$ = 6 %;
– втрати теплоти через хімічну неповноту згоряння $q_з$ = 1 %.

Практична робота №17
Економічний механізм нормування охорони земельних ресурсів

Основні теоретичні відомості

Розміри шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення вимог природоохоронного законодавства визначається згідно з методикою, затвердженою наказом Міністерства охорони довкілля та природних ресурсів України від 04.04.2022 № 167.

Методику застосовують, установлюючи розміри шкоди від забруднення земель будь-якого цільового призначення, що сталося внаслідок неорганізованих (непередбачених проектами, дозволами тощо) скидів (викидів) речовин, сполук і матеріалів, а також в аварійних ситуаціях (прорив очисних споруд, транспортних трубопроводів тощо); унаслідок порушення норм екологічної безпеки під час зберігання, транспортування, використання пестицидів і агрохімікатів, токсичних речовин, виробничих і побутових відходів; самовільного захоронення (складування) промислових, побутових та інших відходів. *Методика не поширюється* на визначення розмірів шкоди, яка завдана земельним ресурсам внаслідок їх радіоактивного і бактеріального забруднень.

Землі вважаються *забрудненими*, якщо в їх складі виявлені кількісні або якісні зміни, що сталися в результаті господарської діяльності та інших антропогенних навантажень. При цьому зміни можуть бути зумовлені не лише появою в зоні аерації нових речовин, яких раніше не було, а і збільшенням вмісту речовин, що характерні для складу незабрудненого ґрунту, або порівняно з даними агрохімічного паспорта для земель сільськогосподарського призначення.

Землі вважаються *засміченими*, якщо на відкритому ґрунті наявні сторонні предмети і матеріали, сміття без відповідних дозволів, що призвело або може призвести до забруднення навколишнього природного середовища.

За наявності декількох винуватців забруднення земель відповідальність несе кожен з них пропорційно до завданої державі шкоди. Відповідальність за порушення законодавства про охорону земельних ресурсів не настає, якщо шкода була зумовлена стихійними природними явищами (землетруси, повені, бурі, селі, зсуви, карсти тощо). Відшкодування шкоди державі за забруднення земель не звільняє порушника від необхідності здійснення заходів для локалізації осередку забруднення та ліквідації його наслідків в найкоротший строк.

За *одночасного забруднення* земель кількома забруднювальними речовинами загальний розмір відшкодування шкоди визначається як сума витрат від кожної забруднювальної речовини. Розмір шкоди за забруднення інших природних ресурсів (надр, вод, рослинного світу тощо) розраховують окремо щодо кожного з них. Розмір шкоди обчислюють уповноваженими особами, що здійснюють державний контроль за додержанням вимог природоохоронного законодавства, на основі актів перевірок, протоколів про адміністративне правопорушення та інших матеріалів, що підтверджують факт забруднення земель, протягом шести місяців з дня виявлення порушення.

Розмір шкоди від забруднення земель ($Р_{ш}$) визначається за формулою

$$Р_{ш} = А\,Г_{оц.з}\,П_{д}\,К_{з}\,К_{н}\,К_{ег},$$

де $Р_{ш}$ – розмір шкоди від забруднення земель, грн.; $А$ – питомі витрати на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки, значення яких дорівнює 0,5; $П_{д}$ – площа забрудненої земельної ділянки, м^2; $Г_{оц.з}$ – нормативна грошова оцінка земельної ділянки, що зазнала забруднення (засмічення), грн./м^2; $К_{з}$ – *коефіцієнт забруднення* земельної ділянки, що характеризує кількість забруднювальної речовини в об‘ємі забрудненої землі залежно від

глибини просочування; $К_н$ – коефіцієнт небезпечності забруднювальної речовини (табл. 1); $К_{ег}$ – коефіцієнт еколого-господарського значення земель (табл. 2).

Коефіцієнт забруднення землі ($К_з$) визначається залежно від концентрації забруднювальної речовини за формулою

$$К_з = С_{з.р} \frac{Г_п}{(І_п Т_{з.ш} К_{роз})},$$

де $С_{з.р}$ – концентрація забруднювальної речовини за результатами інструментально-лабораторного контролю, мг/кг; $Г_п$ – товща земельного шару (глибини), на яку зафіксовано просочування забруднювальної речовини, м; $Т_{з.ш}$ – товща земельного шару, що є розмірною одиницею для розрахунку витрат на ліквідацію забруднення залежно від глибини просочування і дорівнює 0,2 м; $І_п$ – індекс поправки до витрат на ліквідацію забруднення залежно від глибини просочування забруднюючої речовини (табл. 3); $К_{роз}$ – розрахунковий коефіцієнт, що дорівнює 1 000 000 мг/кг.

Результати $К_з$ заокруглюють до одного знака після коми.

За розрахункового значення $К_з < 1$ його значення припускається рівним 1,0. Якщо за наявною інформацією розрахувати коефіцієнт забруднення землі (**$К_{З)}$** неможливо, він приймається рівним 1,0.

Розмір шкоди внаслідок засмічення земель визначається за формулою

$$Р_{ш.з} = А Б Г_{оц.з} П_{дз} К_{з.з} К_{н.в.} К_{ег},$$

де $Р_{ш.з}$ – розмір шкоди від засмічення земель, грн.; $А$ – питомі витрати на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки, значення яких дорівнює 0,5; $Б$ – коефіцієнт перерахунку, що при засміченні земельної ділянки побутовими, промисловими та іншими відходами дорівнює 10, а небезпечними (токсичними) відходами – 100; $П_{д.з}$ – площа засміченої земельної ділянки, м^2; $Г_{оц.з}$ – нормативна грошова оцінка земельної ділянки, що зазнала засмічення, грн/м^2; $К_{з.з}$ – коефіцієнт засмічення земельної ділянки, що характеризує ступінь засмічення її відходами (табл. 4); $К_{нв}$ – коефіцієнт небезпечності відходів (табл. 5); $К_{ег}$ – коефіцієнт еколого-господарського значення земель (табл. 2).

Таблиця 1

Коефіцієнти небезпечності забруднювальних речовин ($К_н$)

Група небезпечності	Ступінь небезпеки	Перелік забруднювальних речовин (показників вимірювань), що відповідають групі небезпечності	$К_н$
I	Надзвичайно небезпечні (ГДК < 0,2 мг/кг)	Нафта, нафтопродукти, свинець, цинк	4,0
II	Дуже небезпечні (ГДК 0,2-0,5 мг/кг)	Кобальт, мідь, молібден, хром	3,0
III	Помірно небезпечні (ГДК > 0,5 мг/кг)	Аніонні ПАР, марганець, нітрати	2,5
IV	Інші (рівні ГДК не встановлені)	Амоній, хлориди	1,5

Таблиця 2

Шкала еколого-господарського значення земель

Категорії земель та землі, що підлягають особливій охороні	$K_{ег}$
Землі зон санітарної охорони навколо об'єктів, де є підземні та відкриті джерела водопостачання, водозабірні та водоочисні споруди, водоводи, прибережні захисні смуги вздовж морів, річок та навколо водойм	5,5
Землі оздоровчого призначення	5,0
Землі природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення	4,5
Землі рекреаційного призначення/ Землі історико-культурного призначення	4,0
Землі сільськогосподарського призначення/ Землі житлової та громадської забудови / Землі лісового фонду/ Землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення	1,0

Таблиця 3

Індекс поправки на глибину просочування ($I_п$)

Глибина просочування, м	$I_п$	**Глибина просочування, м**	$I_п$
0–0,2	0,100	0–1,2	0,049
0–0,4	0,082	0–1,4	0,044
0–0,6	0,070	0–1,6	0,040
0–0,8	0,060	0–1,8	0,037
0–1,0	0,054	0–2,0	0,033

Таблиця 4

Коефіцієнти засмічення земельної ділянки ($K_{з.з}$)

Ступінь засмічення	**Об'єм відходів ($O_в$), м^3**	$K_{з.з}$
1	0–5	1,25
2	5–10	1,50
3	10–20	2,00
4	20–50	2,50
5	50–100	3,00
6	Понад 100	4,00

Таблиця 5

Коефіцієнти небезпеки відходів ($К_{н.в}$)

Клас небезпеки	Ступінь небезпеки	$К_{н.в}$
I	Надзвичайно небезпечні	3,0
II	Високонебезпечні	2,0
II	Помірно небезпечні	1,5
IV	Малонебезпечні	1,0

Завдання

За матеріалами спеціальних досліджень установлено факт забруднення земель оздоровчого призначення на площі S, м^2. За результатами інструментально-лабораторного контролю концентрація забруднювальних речовин в ґрунті складала $С_{з.р}$, мг/кг, глибина їх просочування в ґрунти – $Н$, м. Крім того, поряд із забрудненою ділянкою землі за актом забруднення земель установлено факт засмічення земель рекреаційного призначення площею S_1, м^2, відходами об'ємом V, м^3. Згідно з довідкою територіального органу Держкомзему проіндексована нормативна грошова оцінка забрудненої та засміченої земельних ділянок становить Ц, грн/м^2 (Додаток 1).

Розрахувати розмір шкоди, спричиненої забрудненням земельної ділянки, та розмір шкоди, спричиненої засміченням земельної ділянки.

Контрольні запитання

1. У яких випадках застосовують методику визначення рівня шкоди?
2. На які випадки не поширюється ця методика?
3. У якому випадку землі вважаються забрудненими?
4. У якому випадку землі вважаються засміченими?
5. За наявності декількох винуватців забруднення земель як розподіляється між ними відповідальність за завдану шкоду?
6. У якому випадку відповідальність за порушення законодавства про охорону земельних ресурсів не настає?
7. Що зобов'язаний здійснити порушник, крім відшкодування шкоди державі в разі забруднення ним земельної ділянки?
8. Як визначається загальний розмір відшкодування шкоди в разі одночасного забруднення земель кількома забруднювальними речовинами?
9. У якому випадку реалізація природоохоронних заходів на забрудненій земельній ділянці економічно доцільна?

Додаток 1

Варіанти завдань для практичної роботи 17
«Економічний механізм нормування охорони земельних ресурсів»

Варіант	S	Забруднювальна речовина	$C_{з.р}$	H	S_1	V	Клас небезпеки	$Ц$
1	400	Нафтопродукти	65000	0,4	800	120	Помірно небезпечний	2,55
2	500	Свинець	70000	0,5	700	130	Високо небезпечний	2,60
3	600	Цинк	75000	0,6	600	140	Надзвичайно небезпечний	2,65
4	700	Кобальт	80000	0,4	500	150	Помірно небезпечний	2,70
5	800	Мідь	85000	0,5	400	120	Високо небезпечний	2,75
6	900	Хром	65000	0,6	800	130	Надзвичайно небезпечний	2,80
7	400	Марганець	70000	0,4	700	140	Помірно небезпечний	2,85
8	500	АПАР	75000	0,5	600	150	Високо небезпечний	2,90
9	600	Нітрати	80000	0,6	500	120	Надзвичайно небезпечний	2,95
10	700	Амоній	85000	0,4	400	130	Помірно небезпечний	3,00
11	800	Хлориди	65000	0,5	800	140	Високо небезпечний	2,55
12	900	Нафтопродукти	70000	0,6	700	150	Надзвичайно небезпечний	2,60
13	400	Свинець	75000	0,4	600	120	Помірно небезпечний	2,65
14	500	Цинк	80000	0,5	500	130	Високо небезпечний	2,70
15	600	Кобальт	85000	0,6	400	140	Надзвичайно небезпечний	2,75
16	700	Мідь	65000	0,4	800	150	Помірно небезпечний	2,80
17	800	Хром	70000	0,5	700	120	Високо небезпечний	2,85
18	900	Марганець	75000	0,6	600	130	Надзвичайно небезпечний	2,90
19	400	АПАР	80000	0,4	500	140	Помірно небезпечний	2,95
20	500	Нітрати	85000	0,5	400	150	Високо небезпечний	3,00
21	600	Амоній	65000	0,6	800	120	Надзвичайно небезпечний	2,55
22	700	Хлориди	70000	0,4	700	130	Помірно небезпечний	2,60
23	800	Нафтопродукти	75000	0,5	600	140	Високо небезпечний	2,65
24	900	Свинець	80000	0,6	500	150	Надзвичайно небезпечний	2,70
25	400	Цинк	85000	0,4	400	120	Помірно небезпечний	2,75

Додаток Д

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

Методичні рекомендації до виконання домашніх завдань

з дисципліни

«НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ»

Освітній ступінь:	Бакалавр
Галузь знань:	10 «Природничі науки»
Спеціальність:	101 «Екологія»
Освітньо-професійна програма:	«Екологія та охорона навколишнього середовища»

Укладачі:
Анжела ГАЙ, к.ф.-м.н., доц.,
доцент кафедри екології
Маргарита РАДОМСЬКА, к.т.н., доц.,
доцент кафедри екології

Методичні рекомендації до виконання домашніх завдань розглянуті та схвалені на засіданні кафедри екології

Протокол №___ від «___» _____ 202__р.

Завідувач кафедри _____ Тамара ДУДАР

Теми для виконання Домашнього завдання

1. Оцінка антропогенних процесів на екологічний стан довкілля.
2. Інформаційне забезпечення нормування та система екологічних показників.
3. Джерела нормативно-правової інформації з нормування.
4. Система екологічних нормативів і норм.
5. Принципи розробки екологічних нормативів.
6. Методи оцінювання стану атмосферного повітря.
7. Визначення критичних антропогенних навантажень на урбанізовані території.
8. Встановлення нормативів за забруднення довкілля.
9. Екологічна оцінка якості води.
10. Нормування показників накопичення відходів.
11. Методики визначення обсягів утворення відходів та розмірів відшкодування збитків.
12. Нормативи пестицидного забруднення харчових продуктів.
13. Нормування вмісту важких металів у харчових продуктах.
14. Санітарна оцінка продуктів тваринництва.
15. Нормування вмісту важких металів у харчових продуктах.
16. Нормування забруднення харчових продуктів антибактеріальними речовинами.
17. Маркування продукції як основний метод інформування про її екологічні властивості.
18. Сутність поняття «якість життя» і його показники. Система аналізу небезпек і управління критичними точками (HACCP).
19. Роль екологічного контролю у пунктах пропуску через державний кордон України.
20. Нормативні показники якості ґрунту. Оцінювання рівня хімічного забруднення ґрунтів.
21. Екологічна оцінка ґрунтів населених пунктів.
22. Маркування харчових добавок. Закон України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини».
23. Якість води. Нормативні показники якості води. Нормативні показники якості питної води.
24. Нормативи оцінок пестицидного забруднення ґрунтів. Класифікація пестицидів.
25. Нормативи виділення смуг лісів уздовж берегів водних об'єктів. Визначення розмірів і меж водоохоронних зон.
26. Методологічні основи екологічного нормування.
27. Нормування шумових та вібраційних навантажень на довкілля.
28. Нормування в галузі радіаційної безпеки.
29. Нормування впливу електромагнітних випромінювань.
30. Вплив ЕМП на стан здоров’я та довкілля. Нормування складових ЕМП.
31. Нормування впливу випромінювань оптичного діапазону.

32. Ультрафіолетове випромінювання. Біологічне значення ультрафіолетового випромінювання.

33. Шумове навантаження на довкілля. Джерела шуму. Нормування шуму.

34. Нормування антропогенного навантаження на рослинні угруповання. Лісозахисна система. Нормативи визначення розмірів лісозахисних смуг.

35. Нормування лісогосподарського вирубування.

36. Загальні відомості про тваринний світ України. Нормування використання об'єктів тваринного світу.

37. Економічні та соціальні збитки від забруднення довкілля. Платежі за забруднення довкілля.

38. Оцінювання збитків в результаті порушення природної рівноваги. Екологічні збитки.

39. Організація спостережень за рівнем забруднення атмосфери. Індекс якості повітря.

40. Оцінка рекреаційного навантаження на складові довкілля.

Методичні рекомендації до виконання Домашнього завдання з дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на довкілля»

У вступі загальним обсягом 1-2 сторінок тексту, визначити актуальність обраної тематики, сформулювати об'єкт і предмет дослідження, мету домашнього завдання та обґрунтувати використані методи дослідження.

Основна частина домашнього завдання складається з окремих самостійних розділів. Зазвичай, перший розділ включає огляд опрацьованих літературних джерел з обраної теми. Другий розділ включає результати дослідження (розрахунки за обраним методом або аналітичне дослідження проблеми).

Як правило, кожен розділ необхідно завершувати короткими висновками, що узагальнюють викладений матеріал. На основі висновків до розділів формулюється загальний висновок до домашнього завдання, що включає результати проведеного дослідження та обґрунтовані рекомендації на основі висновків. Обсяг загальних висновків – 1-2 сторінки.

Список використаної літератури за тематикою досліджень, що використовувалися в домашньому завданні і на які є посилання в тексті, складає 10-15 джерел. Переваги повинні надаватися сучасним виданням.

При необхідності, додатки до домашнього завдання розміщуються в кінці роботи і можуть включати: таблиці, схеми, рисунки, діаграми тощо.

Виконання, оформлення та захист домашнього завдання здійснюється здобувачами вищої освіти в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій у встановлений термін.

Тему домашнього завдання здобувач обирає самостійно. Здобувач вищої освіти за узгодженням з керівником має право запропонувати свою тему домашнього завдання з обґрунтуванням зацікавленості обраної теми та з подальшим її затвердженням на засіданні кафедри.

Домашнє завдання оформлюється у вигляді пояснювальної записки обсягом 15-20 сторінок та презентації (10-12 слайдів).

Домашнє завдання виконується в одному примірнику, текст друкується з одного боку окремих аркушів формату А4.

Всі сторінки домашнього завдання підлягають нумерації.

Домашнє завдання друкується за допомогою комп'ютерного набору.

Комп'ютерний набір тексту повинен передбачати:

- текстовий редактор – MS WORD, вирівнювання – по ширині;
- шрифт Times New Roman;
- розмір шрифту – 14;
- міжрядковий інтервал – 1,5;
- абзацний відступ повинен бути однаковим по всьому тексту роботи і має становити 1,25 см.

Поля тексту: ліве – 30 мм, праве – 10 мм, верхнє та нижнє – 20 мм.

Виступ здобувача - 5-7 хвилин, супроводжується презентацією, містить актуальність обраної теми, мету, завдання, основні результати дослідження та загальні висновки.

Результати виконання та захисту домашнього завдання оцінюються відповідно до рейтингової системи та робочої програми і наведені в таблиці.

Таблиця

Відповідність рейтингових оцінок за окремі види навчальної роботи в балах оцінкам за національною шкалою

Рейтингова оцінка в балах			Оцінка за національною шкалою
Виконання домашнього завдання	Захист домашнього завдання	Загальний бал	
5	5	9-10	відмінно
4	4	8	добре
3	3	6-7	задовільно
менше 3	менше 3	менше 6	незадовільно

Додаток Е

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

Методичні рекомендації до виконання контрольних робіт для заочної форми навчання

з дисципліни

«НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ»

Освітній ступінь: Бакалавр
Галузь знань: 10 «Природничі науки»
Спеціальність: 101 «Екологія»
Освітньо-професійна програма: «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Укладачі:
Анжела ГАЙ, к.ф.-м.н., доц.,
доцент кафедри екології
Маргарита РАДОМСЬКА, к.т.н., доц.,
доцент кафедри екології

Методичні рекомендації до виконання контрольних робіт (ЗФН) розглянуті та схвалені на засіданні кафедри екології

Протокол №___ від «___» _____ 202__р.

Завідувач кафедри _____ Тамара ДУДАР

Теми для виконання Контрольної роботи

1. Оцінка антропогенних процесів на екологічний стан довкілля.
2. Інформаційне забезпечення нормування та система екологічних показників.
3. Джерела нормативно-правової інформації з нормування.
4. Система екологічних нормативів і норм.
5. Принципи розробки екологічних нормативів.
6. Методи оцінювання стану атмосферного повітря.
7. Визначення критичних антропогенних навантажень на урбанізовані території.
8. Встановлення нормативів за забруднення довкілля.
9. Екологічна оцінка якості води.
10. Нормування показників накопичення відходів.
11. Методики визначення обсягів утворення відходів та розмірів відшкодування збитків.
12. Нормативи пестицидного забруднення харчових продуктів.
13. Нормування вмісту важких металів у харчових продуктах.
14. Санітарна оцінка продуктів тваринництва.
15. Нормування вмісту важких металів у харчових продуктах.
16. Нормування забруднення харчових продуктів антибактеріальними речовинами.
17. Маркування продукції як основний метод інформування про її екологічні властивості.
18. Сутність поняття «якість життя» і його показники. Система аналізу небезпек і управління критичними точками (HACCP).
19. Роль екологічного контролю у пунктах пропуску через державний кордон України.
20. Нормативні показники якості ґрунту. Оцінювання рівня хімічного забруднення ґрунтів.
21. Екологічна оцінка ґрунтів населених пунктів.
22. Маркування харчових добавок. Закон України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини».
23. Якість води. Нормативні показники якості води. Нормативні показники якості питної води.
24. Нормативи оцінок пестицидного забруднення ґрунтів. Класифікація пестицидів.
25. Нормативи виділення смуг лісів уздовж берегів водних об'єктів. Визначення розмірів і меж водоохоронних зон.
26. Методологічні основи екологічного нормування.
27. Нормування шумових та вібраційних навантажень на довкілля.
28. Нормування в галузі радіаційної безпеки.

29. Нормування впливу електромагнітних випромінювань.
30. Вплив ЕМП на стан здоров'я та довкілля. Нормування складових ЕМП.
31. Нормування впливу випромінювань оптичного діапазону.
32. Ультрафіолетове випромінювання. Біологічне значення ультрафіолетового випромінювання.
33. Шумове навантаження на довкілля. Джерела шуму. Нормування шуму.
34. Нормування антропогенного навантаження на рослинні угруповання. Лісозахисна система. Нормативи визначення розмірів лісозахисних смуг.
35. Нормування лісогосподарського вирубування.
36. Загальні відомості про тваринний світ України. Нормування використання об'єктів тваринного світу.
37. Економічні та соціальні збитки від забруднення довкілля. Платежі за забруднення довкілля.
38. Оцінювання збитків в результаті порушення природної рівноваги. Екологічні збитки.
39. Організація спостережень за рівнем забруднення атмосфери. Індекс якості повітря.
40. Оцінка рекреаційного навантаження на складові довкілля.

Методичні рекомендації до виконання Контрольної роботи з дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на довкілля»

У вступі загальним обсягом 1-2 сторінок тексту, визначити актуальність обраної тематики, сформулювати об'єкт і предмет дослідження, мету Контрольної роботи та обґрунтувати використані методи дослідження.

Основна частина Контрольної роботи складається з окремих самостійних розділів. Зазвичай, перший розділ включає огляд опрацьованих літературних джерел з обраної теми. Другий розділ включає результати дослідження (розрахунки за обраним методом або аналітичне дослідження проблеми).

Як правило, кожен розділ необхідно завершувати короткими висновками, що узагальнюють викладений матеріал. На основі висновків до розділів формулюється загальний висновок до Контрольної роботи, що включає результати проведеного дослідження та обґрунтовані рекомендації на основі висновків. Обсяг загальних висновків – 1-2 сторінки.

Список використаної літератури за тематикою досліджень, що використовувалися в Контрольній роботі і на які є посилання в тексті, складає 10-15 джерел. Переваги повинні надаватися сучасним виданням.

При необхідності, додатки до Контрольної роботи розміщуються в кінці роботи і можуть включати: таблиці, схеми, рисунки, діаграми тощо.

Виконання, оформлення та захист Контрольної роботи здійснюється здобувачами вищої освіти в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій у встановлений термін.

Тему Контрольної роботи здобувач обирає самостійно. Здобувач вищої освіти за узгодженням з керівником має право запропонувати свою тему Контрольної роботи з обґрунтуванням зацікавленості обраної теми та з подальшим її затвердженням на засіданні кафедри.

Контрольна робота оформлюється у вигляді пояснювальної записки обсягом 15-20 сторінок та презентації (10-12 слайдів).

Контрольна робота виконується в одному примірнику, текст друкується з одного боку окремих аркушів формату А4.

Всі сторінки Контрольної роботи підлягають нумерації.

Контрольна робота друкується за допомогою комп’ютерного набору.

Комп’ютерний набір тексту повинен передбачати:

- текстовий редактор – MS WORD, вирівнювання – по ширині;
- шрифт Times New Roman;
- розмір шрифту – 14;
- міжрядковий інтервал – 1,5;
- абзацний відступ повинен бути однаковим по всьому тексту роботи і має становити 1,25 см.

Поля тексту: ліве – 30 мм, праве – 10 мм, верхнє та нижнє – 20 мм.

Виступ здобувача - 5-7 хвилин, супроводжується презентацією, містить актуальність обраної теми, мету, завдання, основні результати дослідження та загальні висновки.

Результати виконання та захисту Контрольної роботи оцінюються відповідно до рейтингової системи та робочої програми.

Додаток Є

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ Тамара ДУДАР

«___»_____ 202__р.

Модульна контрольна робота №1

з дисципліни

«Нормування антропогенного навантаження на довкілля»

1. У чому полягає мета нормування антропогенного навантаження на довкілля?
2. Які основі об’єкти нормування антропогенного навантаження на довкілля?
3. У чому полягають основні завдання нормування антропогенного навантаження на довкілля?
4. За якими видами класифікують нормативи?
5. Види нормування антропогенного навантаження на довкілля.
6. Санітарно-гігієнічне нормування антропогенного навантаження на довкілля, основні характеристики.
7. Екологічне нормування антропогенного навантаження на довкілля, основні характеристики .
8. Науково-технічне нормування антропогенного навантаження на довкілля, основні характеристики.
9. Суть поняття «гранично допустима концентрація шкідливої речовини».
10. Основні екологічні функції атмосфери.
11. Охарактеризувати нормативи у галузі охорони атмосферного повітря, що діють в Україні.
12. Що розуміють під якістю атмосферного повітря?
13. Особливості застосування екологічних та науково-технічних нормативів для нормування викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря.
14. Які викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря належать до класу організованих, які – до неорганізованих?
15. Що таке ефект сумації шкідливих речовин?
16. Для чого встановлюється $ГДК_{м.р}$?
17. Для чого встановлюється $ГДК_{сд}$?
18. Що характеризує комплексний показник ІЗА?

19. Під дією яких факторів відбувається розсіювання домішок у атмосферному повітрі?

20. За яких умов встановлюються ТДК або ОБРВ шкідливих речовин?

21. Що означає ефект сумації та ефект потенціювання речовин?

22. Які нормативи встановлюються для джерел викиду? Дати пояснення.

23. За яких умов встановлюються ТПВ забруднювальних речовин у атмосферне повітря?

24. Що означає інвентаризація викидів? Мета інвентаризації викидів у атмосферне повітря.

25. Якими документами регламентується нормування якості природних водойм.

26. Загальні відомості про гідросферу.

27. Як поділяються галузі господарства по відношенню до водних ресурсів? Дати загальну характеристику.

28. Основні проблеми забруднення гідросфери.

29. Забруднення природних вод. Типи забруднень природних водойм.

30. Охарактеризувати хімічне та біологічне забруднення води.

31. Охарактеризувати фізичне та радіоактивне забруднення водних об’єктів.

32. Визначити чинники, що призводять до теплового забруднення води.

33. Джерела забруднень водних об’єктів. Основні забруднювальні речовини по галузям промисловості.

34. Охарактеризувати промислові та комунальні стічні води. Шляхи надходження забруднюючих речовин від цих джерел забруднення.

35. Нафта і нафтопродукти - джерело забруднення водних об’єктів.

36. Пояснити суть процесів самоочищення водойм.

37. Основні показники нормування забруднюючих речовин водних об’єктів.

38. Нормативні показники якості води.

39. Якими документами регламентується нормування якості природних водойм.

40. Нормативна база оцінювання якості води.

41. Принципи встановлення якості води у відповідності до категорії водокористувачів.

42. Нормативні вимоги до питної води.

43. Вимоги та нормативи до якості води, яку скидають у відкриті водойми господарсько-питного та культурно-побутового призначення.

44. Загальні показники якості промислових стічних вод, що скидаються у водойми господарсько-питного та культурно-побутового призначення.

45. Нормативи якості води водойм рибогосподарського призначення.

46. Лімітуючи ознака шкідливості. Дати загальну характеристику.

47. Відповідно до «Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водам», на які категорії поділяються водні об’єкти?

48. Пояснити суть поняття «нормування скидів».

49. Що характеризують токсикологічний та санітарно-токсикологічний показники шкідливості забруднювальних речовин?

50. Що характеризує органолептичний показник шкідливості забруднювальних речовин?

Модульна контрольна робота №2

з дисципліни

«Нормування антропогенного навантаження на довкілля»

1. Загальні відомості про літосферу.
2. Мінерально-сировинна база України.
3. Основні фактори деградації ґрунтів.
4. Мінеральні добрива та наслідки їх використання.
5. Пестициди та їх вплив на довкілля.
6. Принцип нормування вмісту шкідливих речовин в ґрунті.
7. Поділ ґрунтів за ступенем забрудненості.
8. Характеристика антропогенної діяльності у межах літосфери.
9. Роль ґрунтів як компонентів навколишнього природного середовища.
10. Санітарна оцінка (показники) нормування якості ґрунтів.
11. Шум – як одна із форм фізичного (хвильового) забруднення довкілля.
12. Визначити якими параметрами характеризується шум.
13. Характеристика шуму за частотою та походженням.
14. Охарактеризувати шкідливу дію шуму.
15. Нормування шумових навантажень на природне середовище.
16. Що визначає санітарно-гігієнічне і технічне нормування виробничого шуму.
17. Методи зниження шумового навантаження.
18. Вібрації. Джерела вібрації. Основні параметри вібрацій.
19. Нормування вібрацій.
20. Електромагнітне забруднення навколишнього середовища.
21. Нормування складових електромагнітного випромінювання промислових частот.
22. Граничнодопустимі рівні електромагнітного поля радіочастотного діапазону для населення.
23. Енергетична експозиція та її граничнодопустимі значення.
24. Особливість нормування впливів випромінювань оптичного діапазону.
25. Захист довкілля від забруднення електромагнітними полями.
26. Іонізаційне випромінювання. Основні види випромінювань.
27. Джерела радіаційного забруднення довкілля.
28 Система нормування в галузі радіаційної безпеки.
29. Показники, що визначають якість харчових продуктів.
30.Безпечність і придатність до споживання продуктів харчування.
31. Показники шкідливості, що встановлюються для продуктів харчування.
32. Якість та безпека продуктів харчування.
33. Особливості нормування радіоактивних речовин у продуктах харчування.
34. Забруднення харчових продуктів пестицидами.
35. Нормування вмісту важких металів у харчових продуктах.

Розробники:
Анжела ГАЙ, к.ф.-м.н., доц.,
доцент кафедри екології
Маргарита РДОМСЬКА, к.т.н., доц.,
доцент кафедри екології

Додаток Ж

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ Тамара ДУДАР

Протокол №___ від «___» _____ 202__р.

«___ __» _____ 202__ р.

Екзаменаційний білет №1

з дисципліни **«Нормування антропогенного навантаження на довкілля»**

I. Теоретичне завдання

1. Визначити мету і завдання антропогенного навантаження на довкілля.
2. Пояснити ефект сумації та ефект потенціювання забруднювальних речовин. Навести приклади.
3. Показати з якою метою застосовують $ГДК_{М.Р.}$ у повітрі населених пунктів та у яких випадках застосовують $ГДК_{С.Д.}$.

II. Практичне завдання

1. Навести послідовність проведення інвентаризації викидів у атмосферне повітря.
2. Визначити групи, на які поділяються продукти харчування за безпечністю і придатністю до споживання

Затверджено на засіданні кафедри екології
Протокол № ____ від «____»_____202__ р.

Екзаменатор _____ Анжела ГАЙ
(підпис)

(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайом-лення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульо-ваного			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				