



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет біотехнологій
Кафедра екології та біотехнологій в рослинництві

**НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА
ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ**

**Методичні вказівки
до виконання практичних робіт**

**для здобувачів денної та заочної форм навчання
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 101 «Екологія»**

Харків
2023

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет біотехнологій
Кафедра екології та біотехнологій в рослинництві



НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт

для здобувачів денної та заочної форм навчання
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 101 «Екологія»

Затверджено
рішенням НМК
факультету біотехнологій
Протокол № 3
№3 від 15.06.2023 р.

Харків
2023

УДК 504.06

Схвалено на засіданні кафедри екології та біотехнологій в
рослинництві

Протокол № 11 від 14 червня 2023 р.

Рецензенти:

О. О. Ласло, кандидат с.-г. наук, доцент кафедри землеробства і агрохімії ім. В.І. Сазанова Полтавського державного аграрного університету

С.В. Станкевич, кандидат с.-г. наук, завідувач кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту і карантину рослин ім. Б.М. Литвинова Державного біотехнологічного університету

Нормування антропогенного навантаження на природне середовище: метод. вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 «Екологія»; Держ. біотехнол. ун-т; уклад.: О.В. Коляда, О.С. Чалая, Л.В. Головань, Ю.Ю. Чуприна, І.М. Бузіна. – Харків: [б. в.], 2023. – 110 с.

Методичні вказівки розроблено згідно з робочою програмою навчальної дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на природне середовище» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 «Екологія». Методичні вказівки включають 15 практичних робіт та список літератури до них.

Матеріал розкриває основні принципи нормування антропогенних впливів на біосферу, гідросферу, атмосферу, ґрунтовий покрив, що забезпечує раціональне використання, збереження та відтворення природних ресурсів, гарантує екологічну безпеку населення в умовах постійного розвитку господарської діяльності.

© Державний біотехнологічний університет, 2023

© О.В. Коляда, О.С. Чалая, Л.В. Головань, Ю.Ю. Чуприна, І.М. Бузіна, 2023

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП	5
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ.....	7
Практична робота № 1 Одиниці виміру та оцінки показників стану природного середовища.....	7
Практична робота № 2 Санітарно гігієнічне нормування речовин за токсичністю та небезпечністю.....	9
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ОКРЕМІ СКЛАДОВІ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	14
Практична робота № 3 Визначення індексу забрудненості атмосферного повітря.....	15
Практична робота № 4 Визначення категорії небезпечності підприємств (КНП) та обґрунтування санітарно-захисних зон (СЗЗ).....	21
Практична робота № 5 Нормативні показники якості води та її оцінка за ІЗВ.....	24
Практична робота № 6 Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями.....	38
Практична робота № 7 Розрахунок нормативів гранично допустимих скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти.....	42
Практична робота № 8 Екологічна оцінка забруднення ґрунтів.....	46
Практична робота № 9 Нормативи якості продуктів харчування....	52
Практична робота № 10 Визначення ступеню забруднення продуктів харчування радіонуклідами.....	56
Практична робота № 11 Нормативи визначення зелених зон навколо населених пунктів.....	60
Практична робота № 12 Визначення класу небезпечності промислових відходів.....	62
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 НОРМУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ.....	69
Практична робота № 13 Нормування доз опромінення від джерел радіації.....	69
Практична робота № 14 Нормативи шумового забруднення.....	71
Практична робота № 15 Визначення рівня впливів електромагнітних полів.....	75

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	80
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ.....	81
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	91
ДОДАТКИ.....	95

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

БСК – біологічне споживання кисню.
ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я (WHO).
ВО – водні об'єкти.
ГД – границя дози.
ГДВ – гранично допустимі викиди.
ГДК – гранично допустимі концентрації.
ГДС – гранично допустимі скиди.
ГДН – гранично допустимі навантаження.
ГДР – гранично допустимі рівні.
ГДД – гранично допустима доза.
ДІВ – джерела іонізуючих випромінювань.
ДК – допустимі об'ємні концентрації.
ЕДК – еколого-допустимі концентрації.
ЕДН – еколого-допустимі навантаження.
ЕД – ефективна доза.
ЕЕД – ефективна еквівалентна доза.
ЕМП – електромагнітні поля.
ЄС – Європейський Союз (EU).
ІЗА – індекс забруднення атмосфери.
ІЗВ – індекс забруднення води.
КІЗА – комплексний індекс забруднення атмосферного повітря.
ЛОШ – лімітуюча ознака шкідливості.
НД – нормативні документи.
МДР – максимально допустимі рівні.
МРН – межа річного надходження.
МОЗ – міністерство охорони здоров'я.
МТН – модуль техногенного навантаження.
ОБРВ – орієнтовно безпечні рівні впливу.
ПС – природне середовище.
СЗЗ – санітарно-захисна зона.
СПАР – синтетична поверхнево активна речовина.
ТПВ – тимчасово погоджені викиди.
ТПС – тимчасово погоджені скиди.
УФ – ультрафіолетові випромінювання.

ВСТУП

Ключовим фактором здоров'я нації, збереження її генофонду є якість навколишнього природного середовища. В сучасних умовах антропогенне навантаження на довкілля досягає максимального рівня та часто перевищує допустимі нормативи. Зокрема, у великих промислових центрах України обсяг викидів і скидів забруднюючих речовин промисловими підприємствами, енергетичними комплексами, сільським господарством, транспортними засобами в атмосферу, гідросферу та ґрунтове середовище суттєво перевищує встановлені стандарти.

В таких умовах нормування допустимих рівнів антропогенного навантаження на природне середовище повинно набути першочергового значення. Необхідним є створення сучасних підходів до оцінки небезпеки забруднення навколишнього природного середовища. Для ефективного розвитку країни суспільство та навколишнє природне середовище повинні функціонувати як гармонійна складна соціально-еколого-економічна система, яка направлена на досягнення рівноваги між виробництвом та станом природи.

Нормування антропогенного навантаження на природне середовище (ПС) – це оцінка впливу антропогенних факторів на атмосферне повітря, водне та ґрунтове середовище, природні ресурси та здоров'я людей. Нормування якості навколишнього природного середовища, згідно з природоохоронним законодавством, здійснюється із метою встановлення гранично допустимих норм впливу, що забезпечують раціональне використання та відтворення природних ресурсів за умов стійкого розвитку господарської діяльності.

Нормування антропогенного навантаження на ПС є основою для встановлення правомірності поведінки суб'єктів екологічних правовідносин. Показники якості навколишнього ПС визначають і реалізацію екологічних прав людини. На сучасному етапі найважливіше завдання нормування – це оптимізація взаємовідносин між людиною (антропогенною діяльністю) та природним середовищем. Встановлені нормативи якості об'єктів природного середовища повинні відображати вимоги до них різних споживачів та забезпечувати збереження екологічної рівноваги в екосистемах в межах їх саморегуляції.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Нормування антропогенного навантаження на природне середовище» є формування у здобувачів знань в галузі нормування антропогенного навантаження на природне середовище, що полягає у встановленні гранично допустимих норм антропогенних впливів на біосферу, гідросферу, атмосферу, ґрунтовий покрив, які забезпечують раціональне використання, збереження та відтворення природних ресурсів, гарантують екологічну безпеку населення в умовах постійного розвитку господарської діяльності.

Основні завдання вивчення навчальної дисципліни:

- засвоїти теоретичні основи нормування антропогенного навантаження на природне середовище;
- вивчити основні принципи нормування антропогенного навантаження на біосферу, атмосферу, гідросферу, ґрунтовий покрив, продовольчу сировину та продукти харчування;
- ознайомитись з методикою розробки науково-технічних нормативів на допустимі викиди та скиди забруднюючих речовин, шумових, вібраційних, електромагнітних та радіаційних забруднень;
- оволодіти методикою оцінки рівня забруднення окремих компонентів природного середовища та обґрунтовувати відповідність встановленим нормативам;
- ознайомитись із механізмами регулювання антропогенного навантаження на природне середовище, які включають в себе видачу дозволів та нормування зборів і плати за забруднення довкілля та нераціонального використання природних ресурсів.

У результаті вивчення освітньої компоненти здобувачі повинні знати:

- методичні підходи до екологічного нормування (біологічні, санітарно-гігієнічні, науково-технічні);
- особливості антропогенних впливів на природне середовище, види антропогенних забруднень;
- структурну схему комплексу екологічних норм (ГДК, ОБРВ, ОДР, ОДК, ГДВ, ГДС та ін.);
- нормативи якості атмосферного повітря та води водних об'єктів;
- нормативи встановлення санітарно-захисних зон навколо промислових підприємств;
- нормативи антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив;

- нормативи якості продовольчої сировини та продуктів харчування;
- нормативи виділення зелених зон навколо населених пунктів;
- нормування показників накопичення відходів;
- онови нормування радіаційного випромінювання;
- нормативи шумового та вібраційного забруднення природного середовища;
- порядок нормування у сфері поводження з джерелами електромагнітного випромінювання;
- порядок видачі дозволів на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами;
- порядок розробки і затвердження нормативів гранично допустимого скиду забруднюючих речовин у водні об'єкти;
- заходи регулювання антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив;
- загальні положення дозвільної системи в галузі поводження із відходами.

Вміти:

- оперувати основним термінологічним апаратом у галузі нормування антропогенного навантаження на природне середовище;
- визначати шляхи здійснення обмеження шкідливого антропогенного впливу на природне середовище;
- проводити оцінку забруднення атмосферного повітря;
- визначати розмір санітарно-захисних зон залежно від категорії небезпечності підприємств;
- здійснювати екологічну оцінку якості поверхневих вод;
- визначати рівень забруднення ґрунтів;
- визначати нормативи гранично допустимих скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти;
- визначати рівень забруднення продуктів харчування радіонуклідами та іншими шкідливими речовинами;
- обґрунтовувати розмір зелених зон навколо населених пунктів;
- визначати клас небезпечності промислових відходів та обґрунтовувати заходи поводження з ними;
- визначати рівень впливів електромагнітних полів на навколишнє середовище;
- регулювати рівень антропогенного навантаження на окремі складові природного середовища.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Практична робота № 1

Одиниці виміру та оцінки показників стану природного середовища

Мета: Ознайомитись з основними одиницями вимірювання для оцінки показників стану навколишнього природного середовища, навчитись порівнювати ці показники та робити висновки про їх шкочодчинність.

Теоретичний матеріал

Одиниці вимірювання показників стану ПС та випадки їх застосування наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Одиниця вимірювання показників стану природного середовища

Показник стану середовища	Одиниця вимірювання	Символ одиниці вимірювання
1	2	3
Концентрація речовин у повітрі	Маса речовин в одиниці об'єму	мг/м ³
Концентрація речовин у воді	Маса речовин в одиниці об'єму	мг/л
Концентрація речовин в ґрунті чи продуктах харчування	Маса речовин в одиниці маси ґрунту (чи продукту)	мг/кг
Активність радіонуклідів	Кількість розпадів за секунду, Бекерель, кюрі. 1Бк=2,7х10 ⁻¹¹ Кі	Бк, Кі
Експозиційна доза	Енергія, поглинута одиницею маси речовини, кулон на кілограм або рентген. 1Р=2,58х10 ⁻⁴ Кл/кг	Кл/кг, Р
Поглинута доза	Кількість енергії випромінювання, поглинутої одиницею маси тіла, грей, рад 1Гр=1Дж/кг =1рад	Гр, рад
Еквівалентна доза	Поглинута доза з урахуванням знатності даного виду випромінювання пошкоджувати тканини організму, зіверт, бер 1Зв=100 бер	Зв, бер

Продовження таблиці 1		
1	2	3
Рівень шуму та вібрації	Логарифм відношення фізичної величини рівня впливу до мінімального можливого чи допустимого рівня, бел, децибел, 1Б=10дБ	Б, дБ
Напруженість електромагнітного поля	Різниця потенціалів чи струму на одиницю відстані, електрична складова визначається у вольтах на метр, магнітна – в амперах на метр. 1В/м=377 А/м	В/м, А/м
Щільність потоку енергії електромагнітного поля	Потужність випромінювання на одиницю площі поверхні, ватт на м ²	Вт/м ²

Особливості використання кратних одиниць величин при вимірюванні показників стану природного середовища наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Кратність величин одиниць виміру та їх позначення

Кратність величини	Назва префіксу	Символ
10^{-12}	піко	п
10^{-9}	нано	н
10^{-6}	мікро	мк
10^{-3}	мілі	м
10^{-2}	санти	с
10^{-1}	деци	д
10^1	дека	да
10^2	гекто	г
10^3	кіло	к
10^6	мега	М
10^9	гіга	Г
10^{12}	тера	Т
10^{15}	пета	П
10^{18}	екса	Е

Завдання:

1. На основі розглянутої інформації розв'язати наступні задачі:

Задача 1

ГДК діоксинів для атмосферного повітря в країнах ЄС встановлена на рівні $0,1 \text{ нг/м}^3$. Переведіть вказану величину в г/м^3 . Про що свідчить одержаний показник?

Задача 2

Допустима середньодобова концентрація свинцю в повітрі складає $0,3 \text{ мкг/м}^3$, а фенолу $0,003 \text{ мг/м}^3$. До якого із забруднювачів висуваються більш жорсткі умови?

Задача 3

Середньодобова допустима концентрація бензопірену складає 1 нг/м^3 , а окису Кадмію $0,001 \text{ мг/м}^3$. Визначте в скільки разів токсичність бензопірену вища за токсичність оксиду кадмію?

2. Сформулювати висновок до практичної роботи.

Питання для самоконтролю:

1. В яких одиницях вимірюють концентрацію забруднюючих речовин у повітрі?
2. В яких одиницях вимірюють концентрацію забруднюючих речовин у ґрунті?
3. В яких одиницях вимірюють рівень шуму та вібрації?
4. В яких одиницях вимірюють напруженість електромагнітного поля?
5. Яке значення мають одиниці вимірювання показників стану природного середовища для нормування антропогенного впливу на нього?

Практична робота №2

Санітарно гігієнічне нормування речовин за токсичністю та небезпечністю

Мета: Ознайомитись із основними токсикологічними показниками для оцінки стану природного середовища, що використовуються при санітарно-гігієнічному нормуванні. Навчитись оцінювати хімічні речовини за класом їх небезпечності.

Теоретичний матеріал

Всі дози чи концентрації шкідливих речовин, спричиняючи визначений ефект, поділяють на летальні (ЛД, ЛК) та на смертельні або ефективні дози (концентрації) (ЕД та ЕК). Смертельні дози та концентрації можуть спричинити до поодиноких випадків загибелі (ЛД_{\min} , ЛК_{\min}), або загибель усіх тварин, які випробують (ЛД_{\max} чи ЛД_{100} ; ЛК_{\max} чи ЛК_{100}). Найчастіше в літературних джерелах вказують вели-

чини статистично найдостовірніші – середньосмертельні дози чи концентрації – LD_{50} та LK_{50} .

Середньосмертельна концентрація в повітрі LK_{50} – це концентрація речовини, яка зумовлює загибель 50 % тварин за дво-, чотиригодинного інгаляційного впливу.

Середньо смертельною дозою LD_{50} є доза речовини, яка зумовлює загибель 50 % тварин за одноразового введення в шлунок.

Середньо смертельною доза за нанесення на шкіру LD_{50} є доза речовини, яка зумовлює загибель 50 % тварин при одноразовому нанесенні на шкіру.

Порогові дози / концентрації. Поріг одноразового впливу (K_{min} чи L_{imac} , D_{min}) – це мінімальна концентрація або доза, яка спричиняє за одноразового впливу до зміни показників, які характеризують стан життєдіяльності організму. Порогом хронічного впливу (L_{imcr}) є мінімальна концентрація шкідливої речовини, яка спричиняє до шкідливого впливу в хронічному експерименті по 4-5 разів на тиждень протягом не менше, ніж 4-х місяців.

Зони токсичного впливу. Зоною гострого впливу (Zac) називають відношення середньосмертельної концентрації (LK_{50}) до порогу гострого впливу (L_{imac}): LK_{50} . Це відношення ілюструє розмах концентрацій, які спричиняють до негативної дії на організм за одноразового впливу.

Зоною хронічної дії (Zcr) називають відношення порогу гострого впливу (L_{imac}) до порогу хронічного впливу (L_{imcr}): Lim . Це відношення ілюструє величину розриву між концентраціями, які спричиняють до початкових явищ інтоксикації за одноразового та тривалого потрапляння в організм. Чим меншою є зона гострого впливу, тим шкідливішою є речовина, адже навіть невеличке перевищення порогової концентрації може спровокувати смертельний хід. Чим ширшою є зона хронічної дії, тим шкідливішою є речовина, адже концентрації, які завдають хронічну дію, є значно меншими від тих, які викликають гостре отруєння. За дії таких речовин хронічні отруєння розвиваються непомітно. У токсикології величини зон, зазвичай, використовують з вказівкою їх реальних меж чи хоча б нижніх меж, адже одна і та сама зона може виникати при зовсім різних рівнів токсичності. Наприклад, для Zac характерна одна й та сама величина (100) у різних випадках: $LK_{50} = 1$ мг/л; $L_{imac} = 0,01$ мг/л; $LK_{50} = 10$ мг/л; $L_{imac} = 0,1$ мг/л.

Гранично-допустима концентрація (ГДК). Залежно від об'єкта забруднення, вирізняють такі тлумачення ГДК:

1) ГДК – це така максимальна концентрація забруднюючої речовини в атмосферному повітрі, віднесена до визначеної години усереднення, яка за періодичного впливу або протягом всього життя людини не робить ні на неї шкідливого впливу, включаючи віддалені наслідки, ні на навколишнє середовище загалом;

2) ГДК – максимальна концентрація забруднюючої речовини, при якій речовина не робить прямого або опосередкованого впливу на здоров'я і не погіршує гігієнічних умов водокористування;

3) ГДК – максимальна масова частка забруднюючої речовини в ґрунті, прямого або непрямого впливу на навколишнє середовище або здоров'я людини.

Розрізняють: ГДК максимально разову в повітрі робочої зони (ГДКрз), ГДК максимально разову на території підприємства (ГДКтп), ГДК в атмосферному повітрі населеного пункту (ГДКнп), ГДК у водоймах рибогосподарського водокористування; ГДК у водоймах господарсько-питного та культурно-побутового водокористування; ГДК у продуктах харчування; ГДК в орному шарі ґрунту (рис. 1).

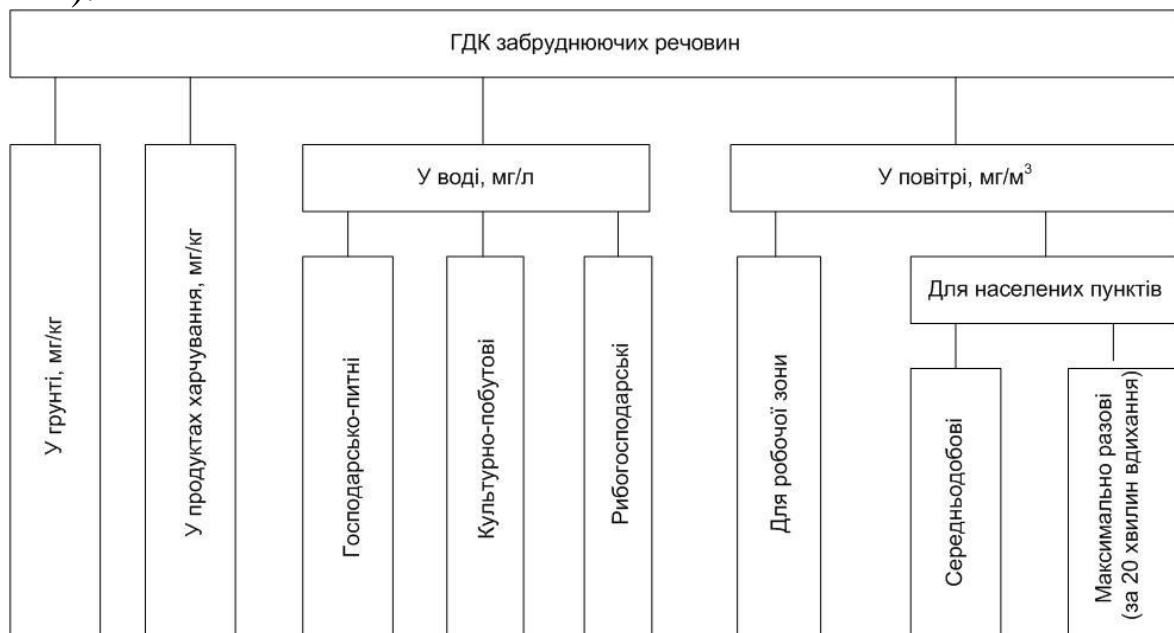


Рисунок 1 – Види ГДК

З погляду промислової токсикології цікавими є два варіанти ГДК: ГДКрз та ГДКтп. Для робочої зони встановленою є ГДКрз. Ро-

боча зона – це простір в двох метрах від підлоги, де знаходяться місця перебування працюючих.

ГДК_{рз} – це концентрація забруднюючої речовини, що за щоденної роботи впродовж 8 год, але не більше 41 год впродовж тижня протягом усього робочого стажу, не може спричинити до захворювань чи відхилень у стані здоров'я в процесі роботи в віддалений термін сьогоденішнього та майбутнього поколінь.

ГДК на території підприємства становить 0,3 ГДК_{рз}, тобто необхідно, щоб на території підприємства повітря було вищої якості, порівняно з повітрям робочої зони. $\text{ГДК}_{\text{нп}} \leq \text{ГДК}_{\text{рз}}$, тому що мова йде про перебування людини впродовж необмеженого часу в забрудненій атмосфері, наприклад, в будинку. На прикладі діоксиду сірки (SO_2) можна показати співвідношення вище перелічених величин ГДК: $\text{ГДК}_{\text{рз}} = 10 \text{ мг/м}^3$, $\text{ГДК}_{\text{тп}} = 3 \text{ мг/м}^3$, $\text{ГДК}_{\text{нп}} = 0,5 \text{ мг/м}^3$. Вирізняють максимально разову і середньодобову концентрацію забруднюючих речовин. Максимальну разову концентрацію визначають впродовж 20 хв, тобто відбирають проби впродовж цього проміжку часу. Середньодобові концентрації визначають впродовж доби: проби відбирають щогодини чотири рази. А в умовах великих міст (з населенням понад 200 тис. осіб) і курортів $\text{ГДК}_{\text{мр}} = 0,8 \text{ ГДК}_{\text{нп}}$. Класифікацію ГДК забруднюючих речовин в атмосферному повітрі відображено на рисунку 2.

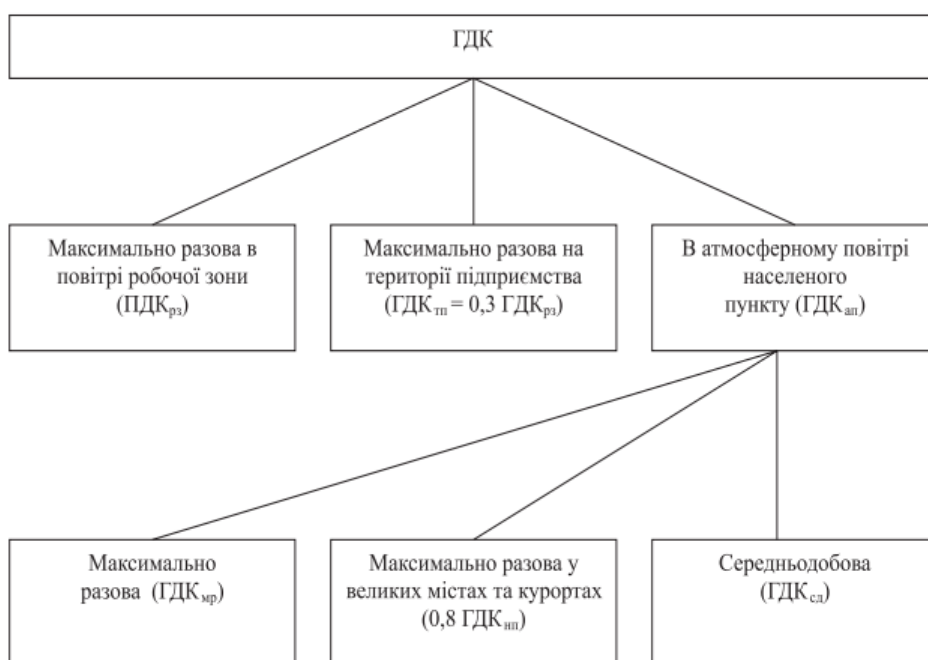


Рисунок 2 – Класифікація гранично-допустимих концентрацій в атмосферному повітрі

Завдання:

1. Розглянути графік взаємозалежності між токсикологічними показниками речовин від їх впливу на живі об'єкти (рис. 3). Використовуючи теоретичний матеріал пояснити цей зв'язок і значення кожного з показників.

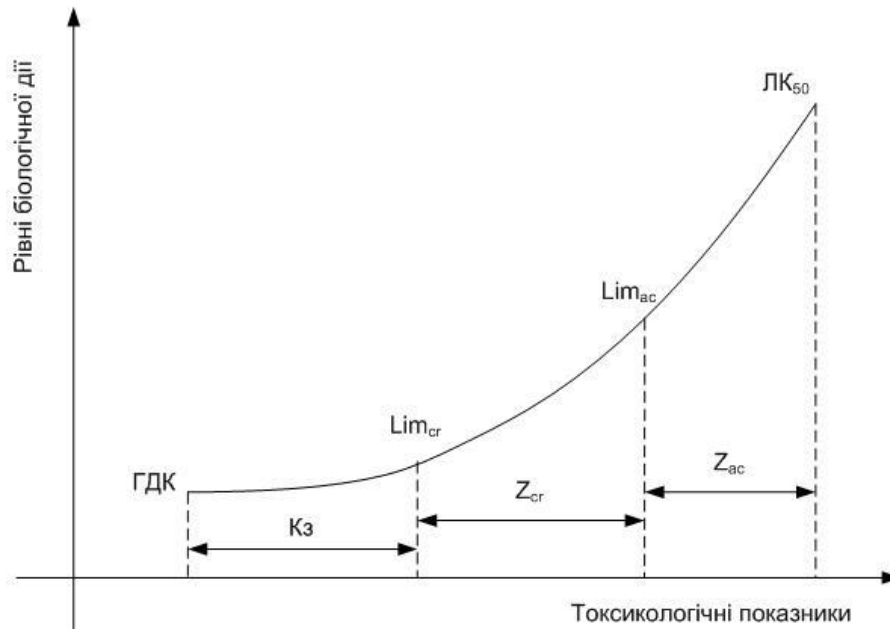


Рисунок 3 – Залежність біологічної дії хімічної речовини від показників токсичності

2. Розглянути класи небезпечності хімічних речовин, законспектувавши таблицю 3.

Таблиця 3

Класифікація хімічних речовин за класами небезпечності

Показники	Клас небезпечності			
	1	2	3	4
ГДК р.з, мг/м ³	Менше 0,1	0,1-1	1,1-10	Більше 10
LD ₅₀ при введенні через шлунок, мг/кг	Менше 15	15-150	151-5000	Більше 5000
LD ₅₀ нанесенні на шкіру, мг/кг	Менше 100	100-500	501-2500	Більше 2500
ЛК ₅₀ у повітрі, мг/м ³	Менше 500	500-5000	5001-50000	Більше 50000
Зона гострої дії	Менше 6	6-18	18,1-54	Більше 54
Зона хронічної дії	Більше 10	10-5	4,9-2,5	Менше 2,5
Коефіцієнт інгаляційного отруєння (КМІО)	Більше 300	300-30	29-3	Менше 3

3. Сформулювати висновок до практичної роботи.

Питання для самоконтролю:

1. Як поділяють дози та концентрації шкідливих речовин?
2. Які є види ГДК залежно від середовища нормування?
3. Що таке зона токсичного впливу?
4. Наведіть класифікацію гранично-допустимих концентрацій в атмосферному повітрі.
5. Поясніть чому в залежності від місця знаходження шкідливої речовини для неї розробляється свій вид ГДК?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕН- НОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ОКРЕМІ СКЛАДОВІ ПРИРОД- НОГО СЕРЕДОВИЩА

Практична робота № 3

Визначення індексу забрудненості атмосферного повітря

Мета: Ознайомитись із методикою визначення індексу забруднення атмосферного повітря.

Для максимально точної оцінки забрудненості повітря був розроблений **індекс забруднення атмосфери**. З урахуванням цього умовного показника рівень забруднення атмосферного повітря визначають за величинами максимальних і середніх концентрацій домішок. Визначити наскільки є забрудненою атмосфера можна, використовуючи показниками гранично допустимої концентрації шкідливих домішок на певній території (районі, місті, області, країні тощо). Екологічна проблема забруднення атмосферного повітря сильно турбує екологів. Екологічні організації намагаються знайти способи вирішення цієї проблеми. Показники індексу забруднення повітря допомагають фахівцям вивчити зв'язок між рівнем забруднення повітря та захворюваністю людей, які живуть на цій території.

Комплексний індекс забруднення атмосфери (ІЗА) застосовують для порівняльної оцінки забрудненості в окремих районах, в окремо взятих містах із встановленням їхньої пріоритетності за рівнем та тенденціями забрудненості. Це відносний показник, величина якого залежить від концентрації забруднюючих речовин в аналізованій точці,

їх гранично допустимих концентрацій (ГДК) та кількості речовин, які забруднюють атмосферне повітря. Комплексний індекс забруднення атмосфери розраховують на основі даних стаціонарних спостережень із урахуванням усієї номенклатури шкідливих речовин.

Розрахунок індексу забруднення атмосфери заснований на припущенні, що на рівні ГДК усі забруднюючі речовини характеризуються однаковим впливом на людину, а за подальшого збільшення концентрації ступінь їхньої шкідливості зростає із різною швидкістю, яка є залежною від класу небезпеки речовини.

З метою характеристики внеску окремих домішок в загальний рівень забруднення атмосфери за певний період часу на певній території, а також за для порівняння ступеню забруднення атмосфери різними речовинами використовують індекс забруднення атмосфери (ІЗА) за окремо взятою речовиною. ІЗА – це кількісна характеристика рівня забруднення атмосфери окремою домішкою, яка враховує різницю в швидкості зростання ступеню небезпечності речовин, яка є приведеною до шкідливості сірчистого газу.

Ступінь забруднення атмосфери однією речовиною виражають у загальному вигляді через парціальний індекс забрудненості (ІЗА), який розраховується за формулою:

$$I_{za} = \left(\frac{C_i}{ГДК_i} \right)^{a_i}$$

де: I_i – індекс забруднення атмосфери (ІЗА) окремо взятою речовиною; C_i – середня концентрація речовини, мг/м³; $ГДК_i$ – середньодобова гранично допустима концентрація речовини, мг/м³; a_i – безрозмірна константа приведення ступеня шкідливості речовини до шкідливості сірчистого газу.

Величини середніх значень константи залежно від класу небезпеки речовини подано в табл. 4.

Таблиця 4

Середнє значення константи

Клас небезпечності	Ступінь небезпечності	a_i
I	Надзвичайно небезпечні	1,7 – 1,5
II	Високонебезпечні	1,3
III	Помірhoneбезпечні	1,0
IV	Малонебезпечні	0,9 – 0,85

Для формування звітів і оглядів стану забруднення атмосфери міст використовують комплексний індекс забруднення – КІЗА – як кількісну характеристику рівня забрудненості атмосфери, що утворюється n речовинами, які є присутніми одночасно в атмосфері. Комплексний показник забруднення атмосфери, як кількісну характеристику рівня забруднення атмосфери, що утворюється n речовинами, які присутні одночасно в атмосфері, розраховують за формулою:

$$KIZA = \sum_{i=1}^n I_i$$

де: КІЗА – комплексний індекс забруднення атмосфери; i – домішки; n – кількість речовин, які є присутні в повітрі міста.

Рівні забруднення атмосфери залежно від значення ІЗА наведено в табл. 5.

Таблиця 5

Рівні забруднення атмосфери залежно від значення ІЗА

Індекс забруднення атмосфери	Характеристика рівня забруднення
<2,5	Чиста атмосфера
2,5-7,5	Слабко забруднена атмосфера
7,5-12,5	Забруднена атмосфера
12,5-22,5	Сильно забруднена атмосфера
22,5-52,5	Високо забруднена атмосфера
>52,5	Екстремально забруднена атмосфера

З метою порівняння рівня забрудненості атмосфери у різних містах чи регіонах й встановлення пріоритетних переліків міст із найвищим рівнем забруднення використовують комплексний індекс забруднення атмосфери, як правило, за п'ятьма пріоритетними речовинами. Рівні забруднення атмосфери залежно від значення КІЗА за пріоритетними речовинами представлено в табл. 6.

Таблиця 6

Рівні забруднення атмосфери залежно від значення КІЗА за пріоритетними речовинами

Індекс забруднення атмосфери	Характеристика рівня забруднення
<5	Низький
5-6	Підвищений
7-13	Високий
>14	Дуже високий

Таблиця 7

ГДК (мг/м³) деяких шкідливих речовин у повітрі населених місць

Речовина	ГДК _{сд}	ГДК _{мр}	К*	Клас небезпеки
Тверді речовини (пил)	0,15	0,2	3,0	3
Діоксид сірки	0,05	0,5	1,0	3
Діоксид азоту	0,04	0,085	0,8	2
Оксид азоту	0,06	0,4	1,2	3
Оксид вуглецю	3,0	5,0	60	4
Аміак	0,04	0,2	0,8	4
Хлористий водень	0,2	0,2	4,0	2
Ціанистий водень	0,01	-	0,2	2
Окис кадмію	0,001	-	0,02	1
Свинець	0,0003	0,03	0,006	1
Сірководень	0,005	0,03	0,1	2
Бенз(а)пірен	0,000001	-	0,00002	1
Фенол	0,003	0,01	0,06	2
Формальдегід	0,003	0,035	0,06	2
Фтористий водень	0,005	0,2	0,1	2

Примітка: $K = \text{ГДК}_{\text{с.р.}}^{\text{реч}} / \text{ГДК}_{\text{с.д.}}^{\text{со2}}$

Повний перелік шкідливих речовин та класів їх небезпеки у повітрі робочої зони наведений у Гігієнічних регламентах хімічних речовин у повітрі робочої зони, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України №52 від 14.01.2020 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text>

Завдання:

1. Розрахувати ІЗА для кожної забруднюючої речовини атмосферного повітря населеного пункту (заповнити табл. 8).
2. Визначити комплексний показник ІЗА населеного пункту та

встановити рівень забруднення атмосфери.

3. Сформулювати висновок.

Таблиця 8

Результати розрахунку КІЗА

Забруднюючі речовини	Концентрація, мг/м ³	ГДКсд	Клас небезпеки	a _i	ІЗА	КІЗА
Пил						
Діоксид азоту						
Оксид вуглецю						
Діоксид сірки						
Формальдегід						
Фенол						
ІЗА						

Таблиця 9

Вихідні дані для розрахунку КІЗА

Варіант	Середньорічна концентрація, мг/м ³					
	пил	діоксид азоту	оксид вуглецю	діоксид сірки	формальдегід	фенол
1	0,10	0,05	1,90	0,01	0,003	0,004
2	0,07	0,02	1,90	0,06	0,004	0,001
3	0,10	0,04	1,90	0,05	0,004	0,003
4	0,09	0,06	2,10	0,04	0,002	0,002
5	0,08	0,04	3,00	0,06	0,003	0,002
6	0,10	0,08	3,10	0,01	0,004	0,002
7	0,09	0,04	2,80	0,06	0,005	0,001
8	0,09	0,03	1,74	0,05	0,002	0,002
9	0,08	0,03	1,31	0,50	0,009	0,002
10	0,01	0,05	3,00	0,09	0,006	0,005
11	0,12	0,05	3,20	0,10	0,006	0,004
12	0,15	0,04	3,50	0,20	0,007	0,001
13	0,18	0,06	2,70	0,08	0,004	0,007
14	0,23	0,03	3,00	0,07	0,003	0,002
15	0,16	0,08	2,90	0,06	0,004	0,005
16	0,18	0,05	2,80	0,01	0,003	0,006
17	0,12	0,04	3,20	0,09	0,004	0,005
18	0,09	0,07	3,50	0,04	0,005	0,008
19	0,07	0,07	3,30	0,05	0,008	0,004
20	0,16	0,06	3,70	0,06	0,007	0,005

Питання для самоконтролю:

1. Нормативи забруднення атмосфери.
2. Основні показники якості атмосферного повітря.
3. Сумарна допустима концентрація забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.
4. Що таке індекс забруднення атмосфери (ІЗА).
5. Особливості розрахунку КІЗА.

Практична робота № 4

Визначення категорії небезпечності підприємств (КНП) та обґрунтування санітарно-захисних зон (СЗЗ)

Мета: Навчитись розраховувати категорію небезпечності підприємств (КНП) та обґрунтовувати розмір санітарно-захисних зон (СЗЗ) для цих підприємств

Визначення категорії небезпечності підприємства. Виділяють п'ять категорій небезпечності підприємства.

До I класу небезпечності відносять такі підприємства (СЗЗ – не менше 1000 м):

- переробки чорних та кольорових металів;
- випалювання коксу;
- виробництва портландцементу;
- виробництво аміаку;
- неудоконалені звалища відходів, із продуктивністю більшою 150 тис. тон продукції на рік.

Підприємства II класу небезпечності (СЗЗ – 500 м):

- тваринницькі ферми з поголів'ям більше 1000 голів;
- бойні та м'ясокомбінати;
- виробництва кальційованої соди; селітри, нікотину, скипидару, кормових дріжджів, азбесту;
- могильники худоби;
- сміттєспалювальні заводи; удоконалені звалища.

Підприємства III класу небезпечності (СЗЗ – 300 м):

- виробництва бітуму, мінеральних солей, пластмас;
- виробництва з регенерації гуми;

- цвинтарі;
- виробництва оліфи, скловати, толю, антибіотиків;
- асфальтобетонні заводи;
- цукрові заводи;
- дрібні бойні.

Підприємства IV класу небезпечності (СЗЗ – 100 м):

- виробництва паперу; мила, миючих засобів, солеварні;
- парфумерні фабрики;
- цегельні заводи, млини, елеватори, сироварні, кавообсмажувальні;
- м'ясокопильні, сушіння та засолення овочів, спиртозаводи;
- підприємства, які обслуговують вантажні автомобілі.

Підприємства V класу небезпечності (СЗЗ – 50 м):

- виробництва з механічної обробки пластмаси;
- типографії, виробництва глиняних виробів;
- кондитерські фабрики;
- тютюнові і спиртогорілчані фабрики, олійниці, овочесховища, молокозаводи;
- ковбасні цехи, хлібозаводи, виробництва вина, соків, рибокопильні;
- з обслуговування легкових автомобілів.

Санітарна класифікація підприємств, виробництв та споруд і розміри санітарно-захисних зон для них визначається відповідно до Наказу МОЗУ «Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів».

При розробці нормативів гранично допустимих викидів (ГДВ) їхній об'єм і зміст залежить від категорії небезпечності підприємства (КНП). За для визначення категорії небезпечності застосовують дані про викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

До **першої категорії** відносяться підприємства зі значенням КНП $>10^6$. Навколо підприємств I категорії утворюються значні зони забруднення декількома забруднюючими речовинами (ЗР), де спостерігається концентрація в декілька разів перевищує санітарно-гігієнічні норми чистоти атмосфери. На таких підприємствах необхідно планувати заходи зі зниження кількості викидів із метою досягнення ГДВ по місту.

До **другої категорії** належать підприємства зі значенням $10^6 >$ КНП $>10^4$. Навколо підприємств II категорії також утворюються зна-

чні зони забруднення, в яких концентрація у декілька разів є вищою за гранично допустимі по декількох забруднюючих речовинах.

До **третьої категорії** належать підприємства зі значенням $10^4 > \text{КНП} > 10^3$. Підприємства III категорії є однією із найчисельніших груп підприємств. Однак на їх долю припадає лише 10 -15% загальнономіських викидів ЗР. Залежно від висоти труб джерел викидів (ДВ) вони можуть як і перевищувати, так й не перевищувати допустимі нормативи викидів. Перевищення має місце від низьких та неорганізованих ДВ.

До **четвертої категорії** відносять підприємства із значенням $\text{КНП} < 10^3$. Підприємства IV категорії це найменші підприємства з невеликими викидами ЗР. В цілому по місту на їх долю припадає лише 1-5% загальнономіських викидів ЗР. Для таких підприємств практично можна встановлювати нормативи ГДВ на рівні фактичних викидів.

Категорію небезпечності підприємства (КНП) розраховують за формулою:

$$\text{КНП} = \sum_j^n \left(\frac{M_j}{\text{ГДК}_j} \right)^{a_j}$$

де: M_j – маса викиду j -ї речовини, т/рік;

ГДК_j – середньодобова ГДК j -ї речовини, мг/м³;

N – кількість ЗР, що викидається підприємством;

a_j – безрозмірна константа, що дозволяє співвідносити ступінь шкідливості j -ої речовини з шкідливістю сірчистого ангідриду.

В залежності від категорії небезпечності підприємства здійснюється облік викидів забруднюючих речовин в атмосферу і запроваджується періодичність контролю за викидами підприємств, а також призначається санітарно-захисна зона джерел забруднення до житлових районів.

Фактичні значення за якими підприємства відносять до певної категорії небезпечності та встановлюють розмір санітарно-захисних зон наведено в таблиці 10.

Санітарно-захисна зона (СЗЗ) – зона, яка відокремлює промислове підприємство від житлової забудови. Це територія навколо потенційно небезпечного підприємства, в межах якої заборонено проживання населення та ведення господарської діяльності, розміри якої встановлюються проєктною документацією відповідно до державних

нормативних документів. Санітарно-захисні зони створюються навколо об'єктів, які є джерелами виділення шкідливих речовин, запахів, підвищених рівнів шуму, вібрації, ультразвукових і електромагнітних хвиль, електронних полів, іонізуючих випромінювань тощо, з метою відокремлення таких об'єктів від територій житлової забудови. У межах санітарно-захисних зон забороняється будівництво житлових об'єктів, об'єктів соціальної інфраструктури та інших об'єктів, пов'язаних з постійним перебуванням людей.

Таблиця 10

Розмір СЗЗ залежно від категорії небезпечності підприємства

Категорії небезпечності	Значення КНП	СЗЗ,м
I	$>10^8$	не < 1000
II	$10^8 > \text{КНП} > 10^4$	500
III	$10^4 > \text{КНП} > 10^3$	300
IV	$< 10^3$	100

Завдання:

1. На основі теоретичного матеріалу відповідно до заданого варіанту визначити КНП та встановити розмір СЗЗ (варіанти задані в таблиці 11). Розподілити шкідливі речовини за небезпечністю.

2. Сформулювати висновок до практичної роботи. Пояснити для чого потрібно визначати категорії небезпечності підприємств та встановлювати санітарно-захисні зони.

Таблиця 11

Вихідні дані для розрахунків

Назва речовин	Завислі речовини (пил)	Окис вуглецю	Сірчистий ангідрид	Діоксид азоту	Бенз(а)пірен	Смолисті речовини
1	2	3	4	5	6	7
ГДК с.д., мг/м ³	0,15	3,0	0,05	0,04	0,000001	0,02 (0,2-ГДКр.з.)
Клас небезпечності	3	4	3	2	1	2
a _i	1,0	0,9	1,0	1,3	1,7	1,3
Варіанти	Викиди, т/рік					
1	4663,3	8992,4	727,8	150,0	0,665	911,6
2	5773,3	7532,2	856,3	156,3	0,233	956,3
3	6535,5	6832,5	569,2	170,0	0,445	856,3

4	2364,2	5698,2	569,3	180,0	0,245	789,6
5	3233,2	5896,5	658,3	155,3	0,689	856,3
6	4221,3	8569,3	789,3	124,3	0,587	754,3
7	2365,5	7541,2	987,3	147,3	0,369	895,6
8	3698,2	5263,7	986,3	145,6	0,487	784,3
9	2356,1	4789,6	654,3	152,3	0,325	589,3
10	4569,2	9563,3	589,3	163,2	0,956	854,3
11	2368,1	8563,3	786,3	175,3	0,745	874,3
12	4789,1	7896,5	569,3	185,6	0,896	986,3
13	2698,3	7876,5	569,3	123,6	0,456	956,3
14	5478,3	5896,5	659,3	145,3	0,459	956,2
15	1258,3	5696,3	458,3	178,3	0,698	879,3
16	2347,3	5878,3	636,3	189,5	0,789	963,2
17	1785,6	6988,2	789,3	178,9	0,854	856,3
18	2385,3	8563,3	547,3	165,3	0,978	845,3
19	6985,3	7569,2	569,3	178,9	0,698	856,3
20	4587,2	8653,2	895,6	145,9	0,658	912,3

Питання для самоконтролю:

1. Що таке КНП?
2. Наведіть приклади підприємств залежно від класу небезпеки.
3. Що таке СЗЗ?
4. Які особливості встановлення СЗЗ залежно від КНП?
5. Наведіть алгоритм визначення КНП.

Практична робота № 5

Нормативні показники якості води та її оцінка за ІЗВ

Мета: Ознайомитись з основними нормативними показниками якості води та оволодіти методикою оцінкою якості води за індексом забруднення.

Якість води визначають комплексом її хімічних та біологічних компонентів і фізичних властивостей, що зумовлюють придатність води для певних видів водокористування.

Норми якості води в поверхневих і морських водних об'єктах встановлюють для господарсько-питного, комунально-побутового та рибогосподарського видів водокористування.

Господарсько-питне водокористування включає в себе

використання водних об'єктів як джерел господарсько-питного водопостачання та для водопостачання підприємств харчової промисловості.

До *культурно-побутового водокористування* відноситься використання водних об'єктів призначених для купання та заняття спортом й відпочинку населення; вимоги, які встановлюються для якості води комунально-побутового водокористування поширюються на водні об'єкти чи їх ділянки, що знаходяться у межах населених пунктів.

Існуючі нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення визначені у Гігієнічних нормативах якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення, які затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 721 від 02 травня 2022 року.

Рибогосподарські водні об'єкти включають водотоки та водойми або їхні окремі ділянки, які використовуються (або можуть використовуватись) для промислового виловлювання риби й інших об'єктів водного промислу чи мають значення для відтворення їхніх запасів.

Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства визначені в Наказі Міністерства агрополітики та продовольства України «Про затвердження нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, які використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин в морських та прісних водах» (№471 від 30.07.2012 р.).

Для води культурно-побутового і господарсько-питного призначення у основу нормування покладені в більшості санітарно-токсикологічні, загально-санітарні й органолептичні обмеження, для води рибогосподарського призначення – рибогосподарські, токсикологічні та частково органолептичні ліміти. Усього для води господарсько-питного призначення встановлені ГДК для 640 речовин, для рибогосподарського призначення – для 147 речовин.

ГДК (гранично допустима концентрація) – це встановлений рівень концентрації речовин в воді, вище якого вода є непридатною для певного виду водокористування.

Основні *гігієнічні вимоги*, що пред'являються до питної води, наступні:

- бездоганні органолептичні та фізичні якості;
- оптимальний хімічний склад;
- вода не повинна погіршувати біологічну цінність їжі;
- вода не повинна бути твердою;
- вода не повинна містити радіоактивні та токсичні хімічні речовини;
- вода не повинна містити патогенні мікроорганізми.

Вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною визначені у Державних санітарних нормах та правилах ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Для характеристики якості *питної води* застосовують наступні показники:

Показники епідемічної безпеки питної води:

- загальне мікробне число при t 37 °С;
- загальне мікробне число при t 22 °С;
- загальні коліформи;
- E.coli;
- ентерококи;
- синьогнійна паличка (*Pseudomonas aeruginosa*);
- патогенні ентеробактерії;
- коліфаги;
- ентеровіруси та аденовіруси, антигени рота вірусів та реовірусів, вірусу гепатиту А й інші;
- патогенні кишкові найпростіші;
- кишкові гельмінти.

Санітарно-хімічні показники безпечності та якості питної води:

- запах при t 20 °С та при t 60 °С;
- забарвленість;
- каламутність;
- смак і присмак.

Фізико-хімічні показники:

- водневий показник;
- залізо загальне;
- загальна жорсткість;
- загальна лужність;

– вміст кальцію, йоду, марганцю, міді, поліфосфатів, сульфатів, хлоридів, цинку, хлору залишкового.

Санітарно-токсикологічні показники: вміст алюмінію, амонію, діоксиду хлору, кремнію, кадмію, миш'яку, молібдену, натрію, нітритів, нітратів, ртуті, свинцю, срібла та інших токсичних речовин, перманганатна окиснюваність.

Показники якості води **водних об'єктів** поділяють на 4 групи:

– гідрофізичні (температура, запах, прозорість, колір, вміст зважених речовин);

– бактеріологічні (колі-титр, коли-індекс, кількість коліфагів, лактозо-позитивних кишкових поличок);

– гідробіологічні (біомаса фітопланктону, індекс самоочищення-самозабруднення);

– гідрохімічні (рН, вміст азоту амонійного, нітратного, нітритного, фосфатів, розчиненого кисню, БСК, ХСК, вміст специфічних речовин токсичної дії).

Гідрофізичні, бактеріологічні та гідробіологічні показники відносять до загальних показників якості води, тобто характерних для будь-якого водного об'єкту.

Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів встановлюються відповідно до окремих певних категорій водокористування:

1) до *першої категорії водокористування* відноситься використання водних об'єктів чи їх частин в якості джерела для централізованого чи нецентралізованого питного водопостачання, та для водопостачання підприємств харчової промисловості;

2) до *другої категорії водокористування* відноситься використання водних об'єктів чи їх частин для господарсько-побутового, водокористування для оздоровчих, рекреаційних та спортивних цілей, а також для водних об'єктів у межах населених пунктів.

Вимоги до якості води, які встановлені для другої категорії водокористування, є чинними для всіх частин водних об'єктів, які розташовані в межах населених пунктів.

Склад і властивості води водних об'єктів чи його частин першої і другої категорії водокористування за жодним із показників не мають перевищувати встановлені нормативи, які визначені у Гігієнічних нормативах якості води водних об'єктів для задоволення питних,

господарсько-побутових і інших потреб населення затверджених Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 721 від 02 травня 2022 року.

Уміст хімічних речовин в воді водних об'єктів чи його частин не має перевищувати гранично допустимі концентрації й орієнтовно допустимі рівні (далі – ОДР) речовин в воді водних об'єктів, які визначені в Гігієнічних нормативах.

У випадку присутності в воді водного об'єкту двох чи більше хімічних речовин 1 та 2 класів небезпеки, що визначаються Всесвітньою організацією охорони здоров'я, із однаковою лімітуючою ознакою шкідливості, загальна сума відношень фактичної концентрації кожної із них до відповідного ГДК не має перевищувати одиницю:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1,$$

де C_1, \dots, C_n – це концентрації n речовин, які виявлені в воді водного об'єкта;

$ГДК_1, \dots, ГДК_n$ – ГДК тих самих речовин.

Загальні вимоги до складу та властивостей води водних об'єктів наведені в таблиці 12.

Таблиця 12

Загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів

Показники	Види водокористування			
	Господарсько-питне водопостачання	Рекреація та ВО, в межах населених пунктів	Рибогосподарські	
			вищої та I категорії	II категорії
Завислі речовини	При скиданні зворотних вод концентрація завислих речовин в контрольному створі не має збільшуватися на:			
	0,25 мг/л	0,75 мг/л	0,25 мг/л	0,75 мг/л
	Для водотоків, які містять в межінь більше 30 мг/л завислих речовин природного походження, допускається їхнє збільшення у воді до 5%. Загальна кількість завислих речовин в поверхневих водоймах відповідно до нормативних документів не повинна перевищувати 20,0 мг/л.			

Плаваючі речовини	На поверхні води немає виявлятися плівки нафтопродуктів та жирів, мастил і скупчення інших домішок.		
Кольоровість	Не повинна проявлятися в стовпчику води:		Вода не має набувати іншого кольору
	20 см	10 см	
Запахи та присмаки	Вода не має набувати запахів інтенсивністю більше 1 бала, які виявляються		Вода не повинна мати запахів і присмаків, непритаманних м'ясу риби
	безпосередньо чи при хлоруванні або при інших способах обробки	безпосередньо	
Температура	Унаслідок скидання підігрітих вод температура води в водному об'єкті не має підвищуватися		
	улітку більш ніж на 3 °С порівняно із середньомісячною температурою води найбільш теплого місяця за останні 10 років		улітку більш ніж до 28 °С і до 8 °С узимку
Водневий показник рН	Не повинен виходити за межі 6,5-8,5		
Мінералізація	Не має перевищувати 1000 мг/л		Не нормується
Розчинений кисень	Концентрація в воді не повинна бути нижчою за 4 мг/л		Концентрація в воді не має бути нижчою ніж:
	6 мг/л	4 мг/л – взимку	6 мг/л – влітку
	Відбір проб води на уміст кисню має здійснюватися до 12 години ранці		
Біохімічне споживання кисню	При температурі 20 °С не повинне перевищувати		
	3 мг/л	6 мг/л	
Хімічне споживання кисню	Не повинне перевищувати		Не нормується
	15 мг/л	30 мг/л	
Хімічні речовини	Вміст в воді водних об'єктів не має перевищувати нормативи ГДК встановлені для відповідного виду водокористування		
Збудники захворювань	В воді водних об'єктів не повинно бути визначено збудників захворювань, у тому числі життєздатні яйця гельмінтів і цисти патогенних кишкових найпростіших		

Лактозопозитивні палички кишкові (ЛКП)	не більше		Не нормуються
	10000 у 1 л води	5000 у 1 л води	
Коліфаги (в бляшкоутворюючих одиницях)	не більше 100 у 1 л води		Не нормуються
Токсичність	Не нормується		Зворотні води при скиданні в водний об'єкт не мають проявляти гострий токсичний вплив на тестові гідробіонти. У контрольному створі водного об'єкту не повиненно бути хронічного токсичного впливу на тестові гідробіонти

Скорочений перелік нормативів ГДК забруднюючих речовин у водних об'єктах залежно від виду водовикористання наведено в таблиці 13.

Таблиця 13

Скорочений перелік нормативів ГДК забруднюючих речовин у водних об'єктах

Найменування речовин	Господарсько-питне водопостачання			Рибогосподарське призначення	
	ГДК, мг/л	Лімітуюча ознака шкідливості	Клас небезпеки	ГДК, мг/л	Лімітуюча ознака шкідливості
1	2	3	4	5	6
Азот амонійний	2,0	с-т	3	0,5	токс.
Алюміній	0,5	с-т	2	0,04	токс.
Ацетон	2,2	заг.	3	0,05	токс.
Барій	0,1	с-т	2	2,0	орг.
Бензол	0,5	с-т	2	0,5	токс.
Гідрохінон	0,2	орг.	4	0,001	токс.
Гліцерин	0,5	заг.	4	1,0	с-т.

ДДТ (технічний)	0,1	с-т	2	-	-
Діетиленгліколь	1,0	с-т	3	0,05	ТОКС.
Залізо загальне	0,3	орг.	3	0,05	ТОКС.
Ізопрен	0,005	орг.	4	0,01	с-т.
Кадмій	0,001	с-т	2	0,005	ТОКС.
Капролактам	1,0	заг.	4	0,01	ТОКС.
Карбофос	0,05	орг.	4	0	ТОКС.
Кобальт	0,1	с-т	2	0,005	ТОКС.
Ксилол	0,05	орг.	3	0,05	орг.
Фарбники синтетичні (кислотні)	0,02-0,2	орг.	4	0,25	с-т.
Латекс ЛМФ	6,0	орг.	4	0,1	орг.
Марганець	0,1	орг.	3	0,01	ТОКС.
Мідь	0,1	орг.	3	0,005	ТОКС.
Метанол	3,0	с-т	2	0,1	с-т.
Метафос	0,5	орг.	4	0	ТОКС.
Сечовина	1,0	заг.	4	80,0	с-т.
Миш'як	0,05	с-т	2	0,05	ТОКС.
Натрій	200,0	с-т	2	-	-
Нафта та нафтопродукти	0,3	орг.	4	0,05	рибгосп.
Нікель	0,1	с-т	3	0,01	ТОКС.
Нітрати	45,0	с-т	3	40,0	с-т.
Нітрити	3,3	с-т	2	0,08	ТОКС.
Поліакриламід	2,0	с-т	2	0,41	ТОКС.
Ртуть	0,0005	с-т	1	0,0001	ТОКС.
Свинець	0,03	с-т	2	0,1	ТОКС.

Селен	0,01	с-т	2	0,0016	токс.
СПАР	0,5	орг.	4	-	-
Стірол	0,1	орг.	3	0,1	орг.
Стронцій	7,0	с-т	2	10,0	токс.
Сульфати	500,0	орг.	4	100,0	с-т.
Сульфіди	0	заг.	3	-	-
Тіофос	0,003	орг.	4	-	-
Титан	0,1	заг.	3	-	-
Толуол	0,5	орг.	4	0,5	орг.
Оцтова кислота	1,0	заг.	4	0,01	токс.
Фенол	0,001	орг.	4	0,001	рибгосп.
Формальдегід	0,05	с-т	2	0,01	заг.
Фосфати	3,5	заг.	4	-	-
Хлориди	350,0	орг.	4	300,0	с-т.
Хром III	0,5	с-т	3	-	-
Хром VI	0,05	с-т	3	0,001	с-т.
Ціаніди	0,1	с-т	2	0,05	токс.
Цинк	1,0	заг.	3	0,01	токс.
Етанол	-	-	-	0,01	токс

Методика розрахунку індексу забруднення води.

Оцінку якості води, що використовується для комунально-побутового, господарсько-питного і рибогосподарського водокористування, проводять на основі найважливіших фізичних, бактеріологічних, загальних хімічних показників, а також значень ГДК.

Комплексним показником оцінки якості води є **індекс забруднення води (ІЗВ)**. ІЗВ визначають згідно з методикою, яка рекомендована Держкомгідрометом. ІЗВ базується на показниках

гідрохімічного складу води. Оцінка за показником ІЗВ дозволяє виконати порівняння якості вод різних об'єктів між собою, незалежно від складу різних забруднювальних речовин, окрім того можливо виявити і тенденцію якості води впродовж певного часу. Розрахунок ІЗВ проводять за умови наявності певної кількості забруднюючих речовин (повинно бути не менше 4), обов'язково серед яких мають бути вміст азоту амонійного та азоту нітритного, нафтопродуктів та фенолів, розчиненого кисню та показник біохімічного споживання кисню БСК₅.

Проводять визначення середнього арифметичного значень результатів хімічних аналізів по кожному із таких показників як: азот амонійний та нітритний, нафтопродукти та феноли, розчинений кисень та біохімічне споживання кисню БСК₅. Кількість аналізів за для визначення середнього значення повинна бути не меншою ніж 4, незалежно від того, перевищують вони гранично допустимої концентрації (ГДК) чи ні, але обов'язково повинен бути присутнім вміст розчиненого кисню та БСК₅. Кожен із показників порівнюють з ГДК, при цьому у випадку розчиненого кисню величину ГДК ділять на знайдене середнє значення концентрації кисню, тоді як для всіх інших показників – навпаки.

Розрахунок ІЗВ проводять за наступною формулою:

$$\text{ІЗВ} = 1/n \sum_{i=1}^n (C_i / \text{ГДК}_i),$$

де ІЗВ – індекс забруднення вод;

ГДК_i – гранично допустима концентрація і-того компоненту;

C_i – фактична концентрація речовини;

n – кількість інгредієнтів.

Після визначення числового значення ІЗВ необхідно визначити клас забруднення води відповідно до даних таблиці 14.

До першого класу відносяться води, що найменше піддаються впливу антропогенного навантаження. Величина їхніх гідрохімічних і гідробіологічних показників є близькими до природних значень для цього регіону.

Водам другого класу характерні деякі зміни у порівнянні з природними, але ці зміни не спричиняють порушення екологічної рівноваги.

Води третього класу знаходяться під суттєвим антропогенним

впливом, рівень якого є близьким до межі стійкості екосистеми

Таблиця 14

Класифікація забруднених прісних та морських вод за ІЗВ

Класи забруднення	Характеристики забруднення	Значення розрахованого ІЗВ	
		Прісні води	Морські води
I	Дуже чиста вода	< 0,30	< 0,25
II	Чиста вода	0,3-1,0	0,25-0,74
III	Помірно забруднена вода	1,0-2,5	0,75-1,24
IV	Забруднена вода	2,5-4,0	1,25-1,74
V	Брудна вода	4,0-6,0	1,75-3,0
VI	Дуже брудна вода	6,0-10,0	3,1-6,0
VII	Надзвичайно брудна вода	> 10,0	> 6,0

Води, які належать до IV-VII класів – це води із порушеними екологічними параметрами, їхній екологічний стан оцінюють як екологічний регрес.

Оцінювання згідно з показником ІЗВ дає можливість порівняти якість води різних водних об'єктів між собою, незалежно від присутності різних забруднюючих речовин, а також виявити тенденцію якості води у часі.

Завдання:

1. Визначити клас забруднення води за індексом забруднення води. Вихідні дані для розрахунку представлені в таблиці 15.
2. Сформулювати висновок що якості води водного об'єкту.

Таблиця 15

Вихідні дані для розрахунку ІЗВ

Найменування показників	Значення показників, мг/л	Найменування показників	Значення показників, мг/л
Варіант 1 (ВО господарсько-питного призначення)		Варіант 11 (ВО рибогосподарського призначення)	
Нафтопродукти	0,09	Нафтопродукти	0,04
БСК ₅	2,5	БСК ₅	4,5
Розчинний кисень	8,7	Розчинний кисень	3,7
Мідь	0,002	Мідь	0,006
Цинк	0,05	Хром VI	0,005
Свинець	0,0005	Залізо	0,16

Хлориди	113,68	Азот амонійний	0,35
Сульфати	188,16	Нітроти	0,10
Варіант 2 (ВО рибогосподарського призначення)		Варіант 12 (ВО господарсько-питного призначення)	
Нафтопродукти	0,03	Нафтопродукти	0,2
БСК ₅	3,1	БСК ₅	3,2
Розчинний кисень	3,6	Розчинний кисень	6,5
Марганець	0,02	Мідь	0,2
Хром VI	0,003	Цинк	2,1
Залізо	0,16	Фенол	0,003
Азот амонійний	0,27	Хлориди	220,6
Хлориди	360,5	Сульфати	550,3
Варіант 3 (ВО рибогосподарського призначення)		Варіант 13 (ВО рибогосподарського призначення)	
Зважені речовини	16	Зважені речовини	22,0
Нафтопродукти	0,04	Нафтопродукти	0,06
БСК ₅	1,22	БСК ₅	3,56
Розчинний кисень	9,48	Розчинний кисень	5,48
Азот амонійний	0,12	Азот амонійний	0,30
Залізо	0,1	Залізо	0,08
Мідь	0,002	Мідь	0,006
Цинк	0,004	Цинк	0,03
Хлориди	109,54	Хлориди	450,0
Сульфати	125,3	Сульфати	120,0
Варіант 4 (ВО господарсько-питного призначення)		Варіант 14 (ВО господарсько-питного призначення)	
Феноли	0,0006	Феноли	0,006
БСК ₅	1,94	БСК ₅	3,5
Розчинний кисень	12,6	Розчинний кисень	6,8
Натрій	126,6	Азот амонійний	2,65
Азот амонійний	0,54	Залізо	0,55
Залізо	0,11	Кадмій	0,003
Миш`як	0,006	Нікель	0,0006
Кадмій	0,0008	Фосфати	4,2
Нікель	0,005	Хлориди	390,0
Зважені речовини	22,0	Сульфати	520,3
Варіант 5 (ВО рибогосподарського призначення)		Варіант 15 (ВО господарсько-питного призначення)	
Нафтопродукти	0,02	Феноли	0,003
БСК ₅	1,48	БСК ₅	4,8
Розчинний кисень	9,22	Розчинний кисень	5,8
Азот амонійний	0,23	Азот амонійний	3,2
Нітроти	0,062	Залізо	0,6
Хлориди	107,7	Кадмій	0,003

Сульфати	211,4	Нікель	0,0006
Цинк	0,03	Фосфати	4,2
Ціаніди	0,06	Хлориди	360,0
Зважені речовини	17,5	Сульфати	500,5
Варіант 6 (ВО рибогосподарського призначення)		Варіант 16 (ВО рибогосподарського призначення)	
Нафтопродукти	0,01	Нафтопродукти	0,02
БСК ₅	3,58	БСК ₅	4,85
Розчинний кисень	5,22	Розчинний кисень	6,3
Азот амонійний	0,33	Азот амонійний	0,43
Нітрити	0,092	Нітрити	0,085
Хлориди	107,7	Хлориди	250,3
Сульфати	321,4	Сульфати	310,2
Зважені речовини	22,3	Зважені речовини	21,3
Варіант 7 (ВО господарсько-питного призначення)		Варіант 17 (ВО господарсько-питного призначення)	
Феноли	1,34	Нітрати	50,0
БСК ₅	10,6	БСК ₅	5,2
Розчинний кисень	3,6	Розчинний кисень	5,5
Натрій	0,45	Натрій	185,6
Азот амонійний	0,45	Азот амонійний	2,3
Залізо	0,02	Залізо	0,45
Кадмій	0,005	Кадмій	0,003
Нікель	0,003	Нікель	0,2
Цинк	0,03	Цинк	1,5
Варіант 8 (ВО господарсько-питного призначення)		Варіант 18 (ВО господарсько-питного призначення)	
Азот амонійний	2,3	Нафтопродукти	0,03
БСК ₅	8,6	БСК ₅	4,6
Розчинний кисень	5,6	Розчинний кисень	4,8
Нітрати	35,5	Азот амонійний	3,5
Мідь	0,3	Нітрити	3,8
Кадмій	0,005	Хлориди	305,0
СПАР	0,6	Сульфати	450,3
Цинк	0,04	Залізо загальне	0,5
Нафтопродукти	0,25	Фосфати	3,8
Варіант 9 (ВО рибогосподарського призначення)		Варіант 19 (ВО господарсько-питного призначення)	
Нафтопродукти	0,06	Азот амонійний	1,9
БСК ₅	9,58	БСК ₅	7,6
Розчинний кисень	6,22	Розчинний кисень	5,9
Азот амонійний	0,53	Нітрати	48,8
Нітрити	0,09	Мідь	0,2
Хлориди	107,7	Залізо загальне	0,5

Сульфати	321,4	СПАР	0,5
Свинець	0,2	Цинк	0,03
Зважені речовини	18,5	Нафтопродукти	0,20
Варіант 10 (ВО рибогосподарського призначення)		Варіант 20 (ВО рибогосподарського призначення)	
Азот амонійний	2,3	Азот амонійний	0,6
Нітрати	55,3	Нітрати	52,3
БСК ₅	6,4	БСК ₅	7,5
Розчинний кисень	5,5	Розчинний кисень	6,8
Нітрити	0,2	Нітрити	0,07
Мідь	0,04	Ціаніди	0,06
Марганець	0,03	Марганець	0,04
Фенол	0,004	Кобальт	0,009
Цинк	0,03	Цинк	0,02
Нафтопродукти	0,06	Нафтопродукти	0,08

Питання для самоконтролю:

1. Назвіть основні гігієнічні вимоги, що пред'являються до питної води.
2. Охарактеризуйте основні групи показників якості води водних об'єктів.
3. Охарактеризуйте особливості нормування якості води залежно від категорій водокористування.
4. Охарактеризуйте методику розрахунку індексу забруднення води.
5. Охарактеризуйте категорії забруднення води за ІЗВ.

Практична робота № 6

Екологічна оцінка якості поверхневих вод згідно з відповідними категоріями

Мета: Ознайомитись із методикою проведення екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Обґрунтувати екологічну оцінку поверхневих вод населеного пункту.

Екологічну оцінку якості води водних об'єктів проводять відповідно до «Методики екологічної оцінки якості вод за відповідними категоріями». Відповідно до цієї методики екологічна оцінка якості води може бути орієнтовною та ґрунтовною. Орієнтовну екологічну оцінку проводять з розвідувальною

(рекогносцирувальною) метою для обґрунтування попередніх висновків та рішень. Ґрунтова, узагальнююча екологічна оцінка необхідна для прийняття переконливих та відповідних висновків й рішень. У обох випадках бажаним є, щоб екологічна оцінка була основана на аналізуванні величин показників якості вод, що належать до всіх 3 блоків:

- показників сольового складу (за такими критеріями як: мінералізація; іонний склад; забруднення прісних гіпо- й олігогалинних вод компонентами сольового складу; а також забруднення солонуватих β-мезогалиннихвод компонентами сольового складу) – оцінюються відповідно до Додатку 1;

- трофо-сапробіологічних (або еколого-санітарних) показників – оцінюються відповідно до Додатку 2;

- показників умісту специфічних речовин токсичної і радіаційної дії – оцінюються згідно з Додатком 3.

Діапазони величин всіх показників якості вод поділяють на п'ять класів та сім категорій якості.

Порядок проведення орієнтовної та ґрунтової екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв України із включає в себе чотири послідовні етапи, а саме:

- етап групування й оброблення вихідних даних;

- етап визначення класів й категорій якості води згідно з окремими показниками;

- етап узагальнення оцінок якості води відповідно до окремих показників за трьома блоками з визначенням інтегральних значень класів й категорій якості води по кожному із блоків;

- етап встановлення загальної оцінки якості вод водних об'єктів на їхніх окремих ділянках та в цілому за річковими басейнами упродовж певного періоду спостереження.

Вихідні дані щодо якості вод за окремими показниками грукують у просторі та часі у певному чіткому порядку, а також окремо для різних пунктів спостережень за певний період часу (місяць чи сезон, рік або кілька років поспіль або ж багаторічні спостереження).

Встановлення класів та категорій якості води для певних окремих показників полягає у порівнянні середньоарифметичних (середніх), а також найгірших їхніх значень із критеріями

спеціалізованих класифікацій. Таке співставлення здійснюють у межах відповідних блоків.

Відповідно до «Методики екологічної оцінки якості вод за відповідними категоріями» розраховують індекси за показниками трьох вище зазначених блоків:

- індекс відповідно до критеріїв забрудненням сольового складу (I_1);
- індекс відповідно до еколого-санітарних критеріїв (I_2);
- індекс відповідно до критеріїв умісту специфічних речовин токсичної дії (I_3).

На основі цих трьох індексів розраховують інтегральний екологічний індекс (I_e) згідно з формулою 2.2.

$$I_e = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3},$$

де I_e – інтегральний екологічний індекс;

I_1 – індекс показників сольового складу;

I_2 – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників;

I_3 – індекс вмісту специфічних речовин токсичної дії.

Схему визначення екологічних класів, категорій та субкатегорій якості води у поверхневих водних об'єктах України наведено в таблиці 16.

Таблиця 16

Схема визначення екологічних класів, категорій та субкатегорій якості води у поверхневих водних об'єктах України

Класи якості води	Категорії якості води	Середні значення блокових індексів	Позначення відповідних субкатегорій якості води	Словесні характеристики субкатегорій якості води
I	1	1,00–1,25	1	«Відмінні», «дуже чисті» води «Відмінні», «дуже чисті» води із тенденцією наближення до категорії «дуже добрих», «чистих»
		1,26–1,50	1 (2)	
II	2	1,51–1,75	1–2	Води, перехідні за якістю від «відмінних», «дуже чистих» до «дуже добрих», «чистих» «Дуже добрі», «чисті» води із ухилом до категорії «відмінних», «дуже чистих»
		1,76–1,99	2 (1)	
		2,00–2,25 2,26–2,50	2 2 (3)	

				тих»
II	3	2,51–2,75 2,76–2,99	2–3 3 (2)	Води, перехідні за якістю від «дуже добрих», «чистих», до «добрих», «досить чистих» «Добрі», «досить чисті» води із ухилом до «дуже добрих», «чистих»
		3,00–3,25 3,26–3,50	3 3 (4)	«Добрі», «досить чисті» води «Добрі», «досить чисті» води із тенденцією наближення до «задовільних», «слабко забруднених»
III	4	3,51–3,75 3,76–3,99	3–4 4 (3)	Води, перехідні за якістю від «добрих», «досить чистих» до «задовільних», «слабко забруднених» «Задовільні», «слабко забруднені» води із ухилом до «добрих», «досить чистих»
		4,00–4,25 4,26–4,50	4 4 (5)	«Задовільні», «слабко забруднені» води «Задовільні», «слабко забруднені» води із тенденцією наближення до «посередніх», «помірно забруднених»
	5	4,51–4,75 4,76–4,99	4–5 5 (4)	Води, перехідні за якістю від «задовільних», «слабко забруднених» до «посередніх», «помірно забруднених» «Посередні», «помірно забруднені» води із ухилом до категорії «задовільних», «слабко забруднених»
		5,00–5,25 5,26–5,50	5 5 (6)	«Посередні», «помірно забруднені» води «Посередні», «помірно забруднені» води із тенденцією наближення до категорії «поганих», «брудних»
		IV	6	5,51–5,75 5,76–5,99
6,00–6,25 6,26–6,50	6 6 (7)			«Погані», «брудні» води «Погані», «брудні» води із тенденцією наближення до «дуже поганих», «дуже брудних»
V	7	6,51–6,75 6,76–7,00	6–7 7 (6)	Води, перехідні за якістю від «поганих», «брудних» до «дуже поганих», «дуже брудних» вод «Дуже погані», «дуже брудні» води із ухилом до категорії «поганих», «брудних»

Завдання:

1. Провести екологічну оцінку поверхневих вод заданих водних об'єктів та заповнити таблицю 17. Варіанти для оцінки задані у попередній практичній роботі.

2. Сформулювати висновок, порівняти відмінність методики оцінки якості води за ІЗВ та за відповідними категоріями.

Таблиця 17

Екологічна оцінка якості вод водного об'єкту за відповідними категоріями

Показник	Вміст	Клас	Категорія	I_i	Стан/Ступінь чистоти
Сольовий склад					
Трофо-сапробіологічні (еколого-санітарні) критерії					
Гідрофізичні:					
Гідрохімічні					
Критерії вмісту специфічних речовин токсичної дії					
$I_e =$					

Питання для самоконтролю:

1. Наведіть алгоритм оцінки якості води за відповідними категоріями.

2. За якими критеріями оцінюються показники сольового складу якості води.
3. За якими критеріями оцінюються трофо-сапробіологічні показники якості води.
4. Охарактеризуйте критерії оцінки якості води за речовинами токсичної і радіаційної дії.
5. Охарактеризуйте класи та категорії якості води.

Практична робота № 7

Розрахунок нормативів гранично допустимих скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти

Мета: Ознайомитись з методикою розрахунку нормативів гранично допустимих скидів шкідливих речовин у водний об'єкт

При скиді стічних вод у відкриті водні об'єкти, з метою забезпечення якості води у створі водокористування кожному підприємству відповідно до встановлених вимог встановлюється гранично допустимий скид (ГДС) чи тимчасово погоджений скид (ТПС) забруднювальних речовин. Методи розрахунку нормативів гранично допустимих скидів забруднюючих речовин в водні об'єкти визначені у Методичних рекомендаціях із розроблення нормативів гранично допустимого скидання поллютантів у водні об'єкти з зворотними водами.

Нормативи ГДС забруднювальних речовин визначають як добуток найбільшої годинної витрати зворотних вод q , м³/годину на допустиму концентрацію у них забруднюючої речовини $C_{ГДС}$, г/м³. При розрахунку умов скиду зворотних вод спочатку визначають значення $C_{ГДС}$, які забезпечують нормативну якість води у контрольних створах, далі визначають норматив ГДС забруднюючої речовини відповідно до формули:

$$ГДС = q * C_{ГДС}$$

Якщо фонові концентрації забруднюючої речовини у водному об'єкті не перевищують ГДК, $C_{ГДС}$ визначається залежно від типу водного об'єкта, в іншому випадку ГДС відповідних забруднюючих речовин встановлюють виходячи із перенесення нормативних вимог

встановлених до якості води водоприймача безпосередньо на зворотні води.

Для окремого випуску розрахункова формула для розрахунку $C_{ГДС}$ без врахування неконсервативності речовини має такий вигляд:

$$C_{ГДС} = n (C_{ГДК} - C_{\phi}) + C_{\phi},$$

де: $C_{ГДК}$ – це гранично допустима концентрація забруднюючої речовини в воді водотоку, $г/м^3$;

C_{ϕ} – це фактична (або розрахункова) фонові концентрація забруднюючої речовини в водотоці до випуску зворотних вод, $г/м^3$;

n – це кратність загального розбавлення зворотних вод в контрольному створі водотоку.

Кратність розведення n визначається за формулою:

$$n = \frac{\gamma \cdot (Q_p + q_e)}{q_e}$$

Коефіцієнт змішування (γ) стічної води із водою водойми (річки) визначає, яка ж частка витрати річки Q_p бере участь у розведенні стічної води, яка надійшла із випуску із витратою q_e . Коефіцієнт змішування буде залежати від витрат річки Q_p (мінімальна середньомісячна 95% забезпеченості) та випуску q_e (максимальна розрахункова $q_e = q/60 * 1,5$, $м^3/с$), а також відстані до розрахункового перерізу русла річки $L(м)$ і визначається за формулою Фролова-Родзиллера:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q_p}{q_e} \cdot e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}$$

де α – це коефіцієнт, який враховує гідравлічні фактори ріки,

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q_e}};$$

де ξ – це коефіцієнт звивистості ріки;

φ – це коефіцієнт, який залежить від місця випуску стічних вод: $\varphi=1,0$ при береговому випуску $\varphi=1,5$ при зосередженому випуску у фарватер; $\varphi=3,0$ при розсіяному випуску у фарватер;

E – це коефіцієнт турбулентної дифузії, що для рівнинних річок

визначається згідно з формулою $E = \frac{v \cdot h}{200}$; де v – це швидкість течії річки, м/с; h – це глибина русла.

Розмір відстані до розрахункового перерізу при випуску у річку рибогосподарського водокористування становить не більше $L = 500$ м, для водойм ж культурно-побутового водокористування L – це відстань від місця випуску до найближчого пункту водокористування за течією річки.

Розрахунок ГДС із урахуванням ГДК шкідливих речовин при визначенні концентрації $C_{гдс}$ потрібно виконувати за формулою наведеною нижче, однак при цьому необхідно враховувати сумісну дію речовин, що мають однакові ЛОШ (лімітуюча ознака шкідливості). В такому випадку сума відношень концентрації кожної речовини до ГДК для кожного з трьох ЛОШ (санітарно-токсикологічного, загально санітарного, органолептичного) не повинна перевищувати одиницю.

$$\frac{C_{гдс1}}{ГДК_1} + \frac{C_{гдс2}}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_{гдс_n}}{ГДК_n} \leq 1$$

Завдання:

1. Розрахувати нормативи гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти згідно з заданим варіантом.

2. Зробити висновок, обґрунтувавши необхідність впровадження заходів доочищення стічних вод враховуючи сумісну дію речовин, які мають однакові ЛОШ.

Таблиця 17

Вихідні дані для розрахунку нормативів ГДС

Показники	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_p, \text{ м}^3/\text{с}$	12,1	15,1	12,3	12,5	13,1	15,6	14,5	14,1	13,2	14,0
$q, \text{ м}^3/\text{год}$	18,8	19,2	19,5	18,8	20,1	17,5	18,6	19,2	18,5	19,8
ξ	1,26	1,23	1,25	1,51	1,42	1,27	1,23	1,32	1,15	1,25
$v, \text{ м/с}$	1,2	1,3	1,2	1,5	0,9	1,5	1,1	1,0	1,2	1,4
$h, \text{ м}$	0,7	0,8	0,9	1,4	0,5	0,8	0,9	1,0	0,8	1,1
$C_{ф}, \text{ г/ м}^3$:										
Фосфати	2,3	2,8	3,2	2,9	2,4	2,3	3,0	2,7	3,2	2,1
БСКп	2,6	2,1	2,0	2,7	2,8	2,9	2,8	2,2	2,1	2,4

Хлориди	132	250	280	290	200	245	215	225	190	220
Сульфати	50,0	150	180	190	200	110	250	240	230	250
ПАР	0,4	0,2	0,1	0,3	0,4	0,2	0,1	0,25	0,15	0,45
$C_{ГДК} \text{ г/ м}^3$:										
Фосфати	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
БСКп	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Хлориди	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Сульфати	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
ПАР	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Показники	Варіанти									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$Q_p, \text{ м}^3/\text{с}$	12,8	13,5	14,5	12,0	14,1	11,9	11,8	12,6	13,2	14,0
$q, \text{ м}^3/\text{год}$	20,3	19,5	20,1	22,1	18,6	19,5	19,0	20,3	20,9	22,1
ξ	1,35	1,26	1,23	1,18	1,35	1,25	1,24	1,32	1,41	1,30
$v, \text{ м/с}$	0,9	1,3	1,5	1,2	1,4	0,9	1,6	0,5	0,6	1,0
$h, \text{ м}$	1,0	0,6	1,2	0,8	0,7	0,6	1,0	1,1	1,0	1,2
$C_{ф}, \text{ г/ м}^3$:										
Фосфати	3,0	3,2	2,9	1,5	1,3	1,8	1,4	3,0	3,3	3,1
БСКп	2,1	2,6	2,9	1,4	1,3	2,5	2,6	2,7	1,4	1,9
Хлориди	150	180	225	240	230	185	175	135	195	225
Сульфати	220	240	320	310	355	350	280	290	260	275
ПАР	0,3	0,4	0,09	0,2	0,4	0,3	0,5	0,4	0,6	0,5
$C_{ГДК} \text{ г/ м}^3$:										
Фосфати	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
БСКп	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Хлориди	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Сульфати	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
ПАР	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Питання для самоконтролю:

1. Що таке ГДС?
2. Охарактеризуйте особливості розрахунку нормативів ГДС забруднюючих речовин при водовідведенні до водотоків.
3. Особливості розрахунку кратності загального розбавлення зворотних вод у контрольному створі водотоку.
4. Які параметри водойми враховуються при розрахунку коефіцієнта змішування стічної води з водою водойми.
5. Які умови повинні бути забезпечені при скиданні стічних із врахуванням ЛОШ забруднюючих речовин?

Практична робота № 8

Екологічна оцінка забруднення ґрунтів

Мета: Ознайомитись з нормативними показниками забруднення ґрунтів. Оволодіти методикою визначення рівня хімічного забруднення ґрунтів.

Нормування та оцінка якості ґрунту передбачає встановлення якісних і кількісних вимог щодо безпечності сільськогосподарської продукції, збереження певного рівня врожайності та ін. Воно стосується вмісту забруднюючих речовин в орному шарі ґрунту, накопичення токсичних речовин на території підприємства та житлових районів, а також на полігонах для захоронення відходів та інших місцях розміщення відходів.

За величиною зон і рівнем забруднення ґрунтів поділяють на фонове, локальне, регіональне та глобальне.

Фонове – це вміст забруднюючих речовин у ґрунті, котрий відповідає чи близький до його природного складу.

Локальне – це забруднення ґрунту поблизу одного чи сукупності декількох джерел забруднення.

Регіональне – це забруднення ґрунту, яке виникає унаслідок переносу забруднюючих речовин на відстань не більше 40 км від техногенних і більше 10 км від сільськогосподарських джерел забруднення.

Глобальне – це забруднення ґрунту, яке виникає внаслідок дальнього переносу забруднюючої речовини на відстань більше 1000 км від будь-яких джерел забруднення.

Найбільш небезпечні для ґрунтів – хімічне забруднення, засолення, ерозія та заболочування.

У ґрунтах ГДК забруднюючих речовин визначають переважно для орного шару.

Класифікацію ґрунтів за ступенем забруднення важкими металами проводять згідно з ГДК та за фоновим вмістом в ґрунті. За ступенем забруднення важкими металами ґрунти поділяють на:

- сильно забруднені;
- середньо забруднені;
- слабкозабруднені.

До сильнозабруднених належать ґрунти, у яких вміст важких металів у декілька разів перевищує ГДК та які мають внаслідок забруднення низьку біологічну активність і продуктивність, а також за-

знали істотних змін фізико-хімічних і біологічних характеристик. Уміст важких металів на таких ґрунтах зазвичай в рослинній продукції перевищує установлені норми.

До середньо забруднених відносяться ґрунти, в яких встановлено перевищення ГДК без видимих змін властивостей ґрунтів.

До слабкозабруднених належать ґрунти вміст важких металів у яких не перевищує ГДК, але є вищим від природного фону.

Через те що ґрунти досить часто є забрудненими одночасно декількома хімічними елементами, то для них розраховується сумарний показник забруднення, який відображає комплексний ефект впливу всієї групи елементів:

$$Z_c = \left(\sum_{i=1}^n K_{c_i} \right) - (n - 1)$$

де: Z_c – це сумарний показник забрудненості ґрунтів;

K_{c_i} – це коефіцієнт концентрації i -того хімічного елемента в пробі ґрунту;

n – це кількість врахованих хімічних елементів.

Коефіцієнт концентрації визначається за наступними формулами:

$$K_c = C / C_{\text{ф}} \\ \text{або } K_c = C / \text{ГДК}$$

C – це реальний вміст визначеного хімічного елемента у ґрунті, мг/кг;

$C_{\text{ф}}$ – це фоновий вміст визначеного хімічного елемента у ґрунті, мг/кг;

ГДК – це гранично допустима концентрація забрудненої речовини, мг/кг.

Сумарний показник забрудненості може бути визначений як для усіх елементів однієї проби, так й для ділянки території за геохімічною вибіркою. Оцінку небезпечності забруднення ґрунтів комплексом небезпечних елементів за показником Z_c виконують згідно з оціночною шкалою, градація якої розроблена на основі вивчення стану

здоров'я населення, що мешкає на територіях із різними рівнями забрудненості ґрунтів (табл. 18).

При оцінюванні стійкості ґрунтів до хімічних забруднень необхідно враховувати показники, що характеризують короткотермінові (2-5 років), довготермінові (5-10 років) зміни ґрунтів та показники ранньої діагностики розвитку змін у ґрунтах.

Таблиця 18

Орієнтовна оціночна шкала небезпечності забруднення ґрунтів за сумарним показником Z_C

Категорія забрудненні 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 часто хворіючих дітей, дітей з хронічними захворюваннями, порушення функціонування серцево-судинної системи.
Дуже небезпечна	>128	Підвищення захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції у жінок (збільшення випадків токсикозу при вагітності, передчасних пологів, мертвонароджених, гіпотрофія немовлят)

При оцінюванні стійкості ґрунтів до хімічного забруднення необхідно враховувати показники, які характеризують короткотермінові (впродовж 2-5 років), довготермінові (впродовж 5-10 років) зміни ґрунтів та показники ранньої діагностики розвитку змін у ґрунтах.

Короткотермінові зміни (впродовж 2-5 років) властивостей ґрунтів діагностують за динамікою вологості та величиною водневого показника рН, складом ґрунтового розчину та диханням ґрунтів, а також вмістом поживних речовин. Довготермінові зміни властивостей ґрунтів діагностують за складом та запасами гумусу, відношенням вуглецю гумінових кислот до вуглецю фульвокислот, втратами

ґрунтів унаслідок ерозії, а також загальною лужністю та кислотністю, вмістом солей.

Природні процеси (такі як міграція та перетворення, розклад та вимивання, вивітрювання та сонячна радіація, клімат) сприяють самоочищенню ґрунту. Захисна здатність ґрунту щодо самоочищення має певні межі, які слід враховувати при організації виробничої і господарсько-побутової діяльності.

Основні характеристики ґрунтів щодо самоочищення – це *час самоочищення і захисна спроможність ґрунтів*, яка характеризує їхню здатність суттєво знижувати токсичність забруднюючих речовин. *Час самоочищення* – інтервал, протягом котрого відбувається зменшення масової частки речовини, яка забруднює ґрунт, на 96,0 % від початкового значення чи до його фонового значення. Для самоочищення ґрунту, а також для його відновлення необхідно багато часу, витрати якого залежать від характеру забруднень і природних умов. Процес самоочищення ґрунту триває від кількох днів до кількох років, процес відновлення порушених земель – аж сотні років.

У ґрунті розрізняють різні показники шкідливості: транслокаційний, загальносанітарний, міграційний (водний, повітряний).

Загальносанітарний показник характеризує вплив речовини на здатність ґрунту до самоочищення, та на ґрунтовий мікробіоценоз в кількостях, що не змінюють вказані процеси.

Транслокаційний показник характеризує здатність речовини переходити з орного шару ґрунту через кореневу систему рослин і накопичуватися в зеленій масі та плодах у кількостях, що не перевищує ГДК для даної речовини в продуктах харчування.

Міграційний повітряний показник характеризує здатність речовини переходити з орного шару ґрунту в атмосферне повітря і поверхневі водні джерела в такій кількості, що при міграції цієї забруднюючої речовини не відбувається перевищення величини ГДК для атмосферного повітря.

Міграційний водяний показник характеризує здатність речовини переходити в підземні ґрунтові води і джерела.

Найбільше поширеними є забруднення ґрунтів *канцерогенними речовинами типу поліциклічних ароматичних вуглеводнів*. Основні джерела канцерогенних забруднень – це вихлопні гази двигунів автомобілів, тракторів, тепловозів, літаків, а також викиди котелень та

промислових підприємств. Забруднення ґрунтів канцерогенами фіксують на відстані до 5 км від доріг і джерел викидів.

Важливий захід щодо збереження ґрунтів – гігієнічне регламентування їхнього забруднення. Нормування хімічних речовин в ґрунтах було розпочато лише в 1976 році. На сьогодні нормативи вмісту хімічних речовин у ґрунтах визначені в Гігієнічних регламентах допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті, затверджених Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 1595 від 14-ого липня 2020 року. Допустимі дози та концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у ґрунті визначені в Державних санітарних правилах та нормах ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині та харчових продуктах, повітрі робочої зони та атмосферному повітрі, воді водоймищ та ґрунті.

Окрім ГДК, як оціночний норматив застосовується тимчасовий – *ОДК* (орієнтовно допустима кількість) *забруднюючої ґрунти хімічної речовини*, котрий визначають розрахунковим методом і переглядають кожні 3 роки або замінюють після одержання необхідних додаткових даних. Значення ГДК основних забруднюючих речовин у ґрунті наведено в таблиці 19.

Таблиця 19

Значення ГДК хімічних речовин в ґрунті

Назва речовини	ГДК, мг/кг
<i>Метали</i>	
Ванадій	150
Кобальт	5,0
Мідь	3,0
Нікель	4,0
Ртуть	2,1
Свинець	6,0
Хром VI	0,05
Кадмій	1,5
Цинк	23,0
<i>Неорганічні сполуки:</i>	
Нітрати	130
Миш'як	2,0
Сірководень	0,4
Фосфор (суперфосфат)	200

Фтор – водорозчинна форма	10
<i>Вуглеводні</i>	
Бензол	0,3
Бензапірен	0,02
Метилбензол	0,3
Нафтопродукти	1000
<i>Добрива</i>	
Комплексні гранульовані добрива (КГД)	120
Комплексні рідкі добрива (КРД)	80
<i>Пестициди</i>	
Прометрин	0,5
Карбофос	2,0
Хлорофос	0,5

Завдання :

1. Визначити сумарний коефіцієнт забруднення ґрунту для заданого варіанту (таблиця 20).
2. Зробити висновок щодо одержаних результатів та охарактеризувати рівень забруднення ґрунту.

Таблиця 20

Вихідні дані для визначення рівня забруднення ґрунтів

Речовина	Концентрація шкідливих речовин у ґрунті, мг/кг									
	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прометрин	1,3	1,8	0,3	0,4	0,7	1,0	1,5	1,6	1,3	1,0
Хлорофос	1,0	0,9	0,6	1,2	1,4	3,2	2,4	1,5	1,9	2,1
Карбофос	8,0	5,0	3,1	2,0	1,0	4,1	6,1	6,6	5,8	5,9
Ртуть	7,6	12,0	3,4	16,0	32,0	45,0	28,0	2,8	5,2	3,5
Свинець	6,4	8,6	12,0	13,6	5,0	20,0	35,0	8,5	8,9	5,6
Кадмій	3,6	4,2	1,8	2,8	3,0	8,0	5,0	5,6	10,2	9,5
Хром VI	0,09	0,07	0,04	1,05	0,95	0,60	0,75	0,08	0,07	1,05
Нітрати	260	320	185	350	220	650	400	250	320	400
Бензапірен	1,0	0,3	0,2	1,6	0,8	0,5	0,05	0,09	0,5	1,7
Бензол	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	2,5	2,0	2,1	1,8	0,9
Речовини	Варіанти									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Прометрин	1,8	0,9	0,6	0,8	0,9	1,0	0,4	0,7	0,8	1,1

Хлорофос	3,0	1,8	0,9	1,1	0,8	1,3	2,0	0,9	1,5	1,4
Карбофос	6,2	7,2	3,3	3,3	1,3	4,2	2,3	2,5	2,9	3,0
Ртуть	6,4	5,0	2,9	2,8	2,6	3,0	2,8	3,2	3,5	3,4
Свинець	7,8	8,4	6,5	6,0	5,9	6,8	7,2	4,3	6,2	6,8
Кадмій	2,3	1,8	1,1	1,0	5,3	2,3	1,4	0,9	1,5	1,6
Хром VI	0,9	0,6	0,5	0,4	0,9	0,8	0,7	0,4	1,0	1,1
Нітрати	350	280	200	150	160	170	210	130	120	140
Бензпірен	0,2	0,03	0,05	0,04	0,02	0,1	0,04	0,07	0,02	0,3
Бензол	0,8	0,5	0,9	0,7	1,0	0,2	0,7	0,6	0,5	0,2

Питання для самоконтролю:

1. Які існують підходи до класифікації забруднення ґрунтів за масштабами?
2. Надайте класифікацію ґрунтів за ступенем забруднення?
3. Яким чином ґрунти поділяються за ступенем стійкості до хімічних забруднень?
5. Що означає термін «самоочищення ґрунтів» та які природні процеси впливають на самоочищення ґрунтів?
6. Як оцінюють ґрунти за показниками шкідливості?
7. Що розуміють під гігієнічним регламентуванням забруднення ґрунтів?
8. За якими показниками надається санітарна оцінка ґрунтів?

Практична робота № 9

Нормативи якості продуктів харчування

Мета: Ознайомитись з основними нормативами якості продовольчої сировини та харчових продуктів. Навчитись встановлювати відповідність продуктів харчування чинним нормативам.

Нітрати – це солі азотної (NaNO_3), а нітрити – азотистої (NaNO_2) кислот. Нітрати і молекулярний азот (N_2) присутні в навколишньому природному середовищі (повітрі, воді та ґрунті) та продуктах харчування унаслідок кругообігу азоту в природі. В ґрунті нітратів більше, чим в інших об'єктах середовищах, в зв'язку із внесенням в нього мінеральних й органічних добрив, потраплянням відходів переробки

сировини різними підприємствами. Із ґрунтів нітрати проникають в воду та рослини, а із водою і продуктами рослинництва – і в організм людини.

Надмірна кількість нітратів в продуктах харчування є великою небезпекою для здоров'я людини. Останнім часом доведено канцерогенну дію нітратів, особливо у разі тривалого та систематичного надходження їх у організм людини.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, добова норма нітратів складає 5 мг на 1 кг маси людини. Самі нітрати не токсичні потенційна токсичність їх зумовлена тим, що в надмірних кількостях в організмі людини вони перетворюються в нітрити, які спричиняють зміни стану здоров'я (нітрити мають вплив на гемоглобін крові). Нітрати в високих концентраціях впливають також на засвоєння вітаміну А, порушують діяльність ендокринної системи та серця тощо.

Гранично допустимі концентрації нітратів в продуктах харчування наведені в таблиці 21.

Таблиця 21

Гранично допустимі концентрації нітратів в продуктах харчування

Продукція	Максимально допустимі рівні (мг NO ₃ /кг)
Свіжий шпинат (<i>Spinacia oleracea</i>)	3500
Консервований, глибокозаморожений або заморожений шпинат	2000
Свіжий салат-латук (<i>Lactuca sativa</i> L.): Урожай у період з 01 жовтня по 31 березня	
Салат-латук, вирощений в закритому ґрунт	5 000
Салат-латук, вирощений в відкритому ґрунті	4000
Урожай у період з 01 квітня по 30 вересня	
Салат-латук, вирощений в закритому ґрунті	4 000
Салат-латук, вирощений в відкритому ґрунт	3000
Рукола (<i>Eruca sativa</i> , <i>Diplotaxis</i> sp., <i>Brassica tenuifolia</i> , <i>Sisymbrium tenuifolium</i>) Урожай у період з 01 жовтня по 31 березня	7000
Урожай у період з 01 квітня по 30 вересня	6000
Картопля	250

Капуста білоголова:	
- рання	900
- пізня	500
Морква:	
- рання	400
- пізня	250
Томати	150
Огірки:	
захищений ґрунт	300
відкритий ґрунт	150
Буряки столові	1400
Цибуля ріпчаста	80
Цибуля-перо в ґрунті	
- відкритому	600
- захищеному	800
Зелені овочеві культури (салат, щавель, петрушка, кріп):	
відкритий ґрунт	2000
захищений ґрунт	3000
Перець солодкий у ґрунті	
- відкритому	200
- захищеному	400
Кавуни	60
Дині	90
Кабачки	400
Виноград столових сортів, яблука, груші	60
Гарбузи (для виготовлення консервів для дитячого харчування)	200

Вміст важких металів у харчових продуктах та продовольчій сировині не повинен перевищувати допустимі рівні, які встановлені санітарними правилами і нормами (СанПіН), Медико-біологічними вимогами і санітарними нормами якості продовольчої сировини і харчових продуктів № 5061-89 та інших нормативних документах.

Відомо близько 20 токсичних важких металів, але вони неоднаковою мірою токсичні. Їх поділяють на три класи небезпечності:

I клас (найбільш небезпечного) – кадмій, ртуть, нікель, свинець, кобальт та миш'як, які мають виняткову токсичність;

II клас (помірно токсичні) – мідь, цинк та марганець;

III клас – інші токсичні важкі метали.

У харчових продуктах та продовольчій сировині контролюється вміст кадмію, міді, ртуті, свинцю, цинку, олова, миш'яку та заліза. Норми вмісту цих важких металів у деяких харчових продуктах наведено в таблиці 22.

Таблиця 22

Гранично допустимі концентрації важких металів та миш'яку для різних продуктів харчування (в мг/кг)

Продукти харчування	Мідь	Цинк	Кадмій	Ртуть	Свинець	Миш'як
Крупи	10	50	0,1	0,03	0,5	0,2
Насіння бобових (горох, квасоля)	10	50	0,1	0,02	0,5	0,3
Хліб, хлібобулочні вироби	2	35	0,07	0,01	0,35	0,15
Овочі свіжі і картопля	5	10	0,03	0,02	0,5	0,2
Риба	10	40		0,5	1,0	1,0
Гриби	10	20	0,1	0,05		0,5
М'ясо	5	70	0,05	0,03	0,5	0,1
Птиця	5	50	0,01	0,02	0,3	0,1
Яйця	3	50	0,01	0,02	0,3	
Молоко та молочкопродукти	1	5	0,03	0,005	0,1	0,05
Цукор	2		0,05	0,01	0,5	1,0
Олія			0,05	0,03	0,1	0,1

Завдання:

1. Розподіліть рослини (морква, картопля, буряки, яблука, салат, рукола, огірки, петрушка, цибуля, капуста, томати, кабачки, шпинат, дині, виноград, груші гарбузи) за здатністю накопичувати нітрати, заповнивши таблицю 23.

Таблиця 23

<u>Високонітратні</u> (більше 700 мг/кг)	<u>Середньонітратні</u> (від 180 до 700 мг/кг)	<u>Низьконітратні</u> (до 180 мг/кг)

2. Визначте допустиму дозу нітратів для свого організму. Оцініть вміст важких металів в продуктах харчування.

Питання для самоконтролю:

1. Чому для захищеного ґрунту та для ранніх строків дозрівання рослинної продукції встановлені більш високі допустимі норми накопичення нітратів в рослинах?

2. Яку роль відіграє нормування якості продуктів харчування для здоров'я людини?

3. Які важкі метали можна віднести до суперекотоксикантів? Поясніть чому?

4. В чому проявляється небезпека нітратів для людського організму?

5. Які фактори сприяють накопиченню нітратів у рослинних продуктах?

Практична робота № 10

Визначення ступеню забруднення продуктів харчування радіонуклідами

Мета: Ознайомитись з основними показниками контролю вмісту радіонуклідів для попередження негативного впливу на здоров'я людини та природне середовища. Оволодіти методикою визначення ступеню забруднення продуктів харчування радіонуклідами.

Радіоактивні елементи можуть надходити до організму людини трьома шляхами, а саме: через дихальні органи, через шлунково-кишковий тракт та через пошкодження шкіри. Кількість радіонуклідів, які потрапили в організм, зменшується завдяки розпаду та частково внаслідок виділення назовні. Межа річного надходження (МРН) та допустимі об'ємні концентрації (ДК) деяких радіоактивних речовин наведено в таблиці 24.

Значення МНР та ДК деяких радіоактивних речовин

Радіонуклід, період розкладу	МРН в організмі, Бк/рік		ДК радіонукліда, Бк/л	
	через органи дихання	через органи травлення	в атмосфері	в воді
Тритій ^3T 12,35 років	$7,4 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^8$	11,1	$1,48 \cdot 10^5$
Вуглець ^{14}C 5730 років	$3,22 \cdot 10^7$	$2,4 \cdot 10^7$	4,44	$3,03 \cdot 10^3$
Кобальт ^{60}Co 5,271 років	$8,14 \cdot 10^4$	–	$1,1 \cdot 10^{-2}$	–
Стронцій ^{89}Sr 50,5 діб	$2,55 \times 10^3$	$3,55 \cdot 10^5$	$3,48 \cdot 10^{-2}$	$4,44 \cdot 10^2$
Стронцій ^{90}Zr 28,6 років	$1,07 \cdot 10^4$	$1,18 \cdot 10^4$	$1,48 \cdot 10^{-3}$	1,48
Цирконій ^{95}Zr 63,98 діб	$2,96 \cdot 10^5$	–	$4,07 \cdot 10^{-2}$	–
Ніобій ^{95}Nb 35,15 діб	$9,25 \cdot 10^3$	–	$1,26 \cdot 10^{-1}$	–
Йод ^{131}I 8,04 діб	$3,7 \cdot 10^4$	$2,96 \cdot 10^4$	$5,55 \cdot 10^{-3}$	37
Цезій ^{134}Cs 2,07 роки	$1,18 \cdot 10^3$	–	$1,63 \cdot 10^{-2}$	–
Радій Ra 1600 років	$2,29 \cdot 10^2$	–	$3,15 \cdot 10^{-5}$	–
Уран ^{238}U $4,468 \times 10^9$ років	$0,67 \cdot 10^2$	$1,74 \cdot 10^4$	$8,14 \cdot 10^{-5}$	–

Визначення ступеню радіоактивного забруднення продуктів харчування. Кумуляція радіонуклідів в організмі людини відбувається через ланцюги «рослина–людина» і «рослина–тварина–людина». На сьогодні основне дозове навантаження формують радіонукліди цезію та стронцію. Рівень активності ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування, вирощених у небезпечних за радіаційно-небезпечних регіонах, залежить від типів ґрунтів, особливостей сільськогосподарського виробництва, виду сільськогосподарських культур тощо.

Допустимі рівні вмісту радіонуклідів в продуктах харчування і питній воді установлені державним нормативом ГН 6.6.1.1-130-2006 Державні гігієнічні нормативи Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr в продуктах харчування і питній воді.

Продукти харчування придатні до реалізації і вживання, якщо виконується співвідношення:

$$\frac{C_{Cs}}{ДР_{Cs}} + \frac{C_{Sr}}{ДР_{Sr}} \leq 1$$

де C_{Cs} і C_{Sr} – результати вимірювання питомої активності радіонуклідів у даному харчовому продукті;

$ДР_{Cs}$ і $ДР_{Sr}$ – нормативний вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr в даному харчовому продукті.

У випадку не виконання умов співвідношення, реалізація продукту і його вживання забороняється.

Допустимі рівні вмісту радіонуклідів у деяких з продуктів харчування наведені в таблиці 24.

Таблиця 25

Значення допустимих рівнів ^{137}Cs і ^{90}Sr в продуктах харчування, Бк/кг, Бк/л

№ з/п	Назва продукту	$ДР^{137}\text{Cs}$	$ДР^{90}\text{Sr}$
1	Хліб, хлібопродукти	20	5
2	Картопля	60	20
3	Овочі (листяні та коренеплоди, столова зелень)	40	20
4	Фрукти	70	10
5	М'ясо та м'ясопродукти	200	20
6	Риба і рибна продукція	150	35
7	Молоко та молокопродукти	100	20
8	Яйце (шт.)	6	2
9	Вода	2	2
10	Молоко згущене та консервоване	300	60
11	Молоко сухе	500	100
12	Свіжі дикорослі ягоди та гриби	500	50
13	Сушені дикорослі ягоди та гриби	2500	250
14	Лікарські рослини	600	200
15	Інші продукти	600	200
16	Спеціальні продукти дитячого харчування	40	5

Завдання:

1. Визначити ступінь забруднення харчових продуктів радіонуклідами ^{137}Cs і ^{90}Sr . Вихідні дані для розрахунку наведені в таблиці 26.

2. Зробити відповідні висновки щодо можливості вживання продуктів харчування.

Питання для самоконтролю:

1. Назвіть основні шляхи надходження радіонуклідів до організму людини.

2. Охарактеризуйте особливості методики визначення ступеня радіоактивного забруднення продуктів харчування.

3. В чому полягає небезпека радіонуклідного забруднення природного середовища?

4. Для яких продуктів харчування характерні найнижчі допустимі рівні ^{137}Cs і ^{90}Sr ?

Таблиця 26

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Вміст радіонуклідів в продуктах харчування (Бк/кг, Бк/л)															
	Cs^{137}	Sr^{90}	Cs^{137}	Sr^{90}	Cs^{137}	Sr^{90}	Cs^{137}	Sr^{90}	Cs^{137}	Sr^{90}	Cs^{137}	Sr^{90}	Cs^{137}	Sr^{90}	Cs^{137}	Sr^{90}
	хліб		картопля		овочі		фрукти		м'ясо		риба		молоко		яйця	
1	12	3	50	14	27	7			110	3			60	11		
2			40	8	32	9	40	2			118	17			4	0,5
3	11	4			31	6	45	3	88	7			59	13		
4			30	10			36	3	125	6	120	13			5	0,8
5	13	2			18	11			116	5	125	6	78	8		
6			25	12			45	2			99	17	65	11	2	0,9
7	10	2	42	9	19	10			97	4			66	7		
8			20	11	24	10	20	7			113	20			3	1
9	9	3			21	9	33	4	90	11			57	13		
10			35	9			29	6	120	7	97	18			2	1,1
11	9	2			26	7			118	9	122	19	47	12		
12			40	7			31	11			91	16	60	10	4	0,7
13	14	2			18	9			121	8			51	10	3	2
14			38	8			34	7			101	21			3	0,3
15	12	2			17	11	32	8	99	10			90	3		
16			37	9	25	12	38	6			107	23			4	0,2
17	13	3			16	8	37	6	107	9			60	4		
18	10	12	41	6			51	2	115	10	99	12			2,5	1,3
19	14	3			15	10			100	5	105	10	59	7		
20			42	5			56	3			102	18	57	8	4,1	0,5

Практична робота № 11

Нормативи визначення зелених зон навколо населених пунктів

Мета: Ознайомитись із нормативами визначення площ лісів та ширини лісосмуг.

Визначення площ лісів зелених зон навколо населених пунктів. Загальні нормативи визначення площ лісів зелених зон та лісопаркових частин лісів зелених зон навколо населених пунктів рекомендовано для населених пунктів із чисельністю населення до 1 млн. чоловік (табл. 27). Для міст із чисельністю населення більше 1 млн. чоловік зелені зони виділяються за індивідуальними проєктами.

Таблиця 27

Нормативи визначення площ лісопаркової частини лісів зелених зон

Чисельність населення, тис. чоловік	Розмір лісопаркової частини, га/1000 чол.
Менше 100	10
100-250	15
250-500	20
500-1000	25

Таблиця 28

Нормативи визначення площ лісових ділянок, що відносяться до лісів зелених зон (га/1000 чол.)

Лісорослинна зона	Лісистість, %	Населені пункти з кількістю населення, тис. чол.					
		Менше 12	12-50	50-100	100-250	250-500	Більше 500
Полісся	Менше 5	10	11	17	20	25	30
	5-10	15	20	30	35	45	60
	10-15	25	30	50	55	75	90
	15-20	40	50	70	85	110	135
	20-25	45	55	85	100	130	160
	Більше 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
	5-10	20	25	35	45	55	70
	10-15	30	40	60	70	90	110
	Більше 15	45	60	85	100	130	160
Гірський Крим,	Менше 5	10	13	19	20	30	35

Карпати	5-10	20	25	35	40	50	65
	10-15	30	35	55	60	80	100
	15-20	45	55	80	90	120	145
	20-25	50	65	95	110	140	175
	Більше 25	65	80	120	135	180	220

Нормативи виділення смуг лісів уздовж берегів водних об'єктів.

Для забезпечення екологічної рівноваги водних об'єктів вони повинні мати лісову смугу захисту, яка найчастіше створюється людиною та залежить від особливостей водоймища.

Дані нормативи не поширюються на річки довжиною понад 1000 км, озера, водоймища площею понад 10000 га, а також на суднохідні і магістральні канали, уздовж яких ширина смуг лісів встановлюється на основі спеціальних обстежень.

Смуги лісів вздовж берегів річок в рівнинній частині України визначаються залежно від довжини річки:

Таблиця 29

Залежність ширини лісосмуги від довжини річки

Довжина річки, км	Ширина лісових смуг, м
До 50	150
50-100	300
100-300	400
300-500	500
500-1000	750

Таблиця 30

Залежність ширини лісосмуги від лісорослинної зони та довжини річки

Лісорослинні зони і підзони	Довжина річки, км	Ширина лісових смуг, м
Нижньогірна (до 500 м над рівнем моря) – дубові і дубово-грабові ліси	До 25	200
	25-50	300
	50-200	350
Середньогірна (500-1000 м над рівнем моря) – букові, буково-грабові, буково-ялицеві ліси	До 25	150
	25-50	250
	50-200	300

Завдання:

1. Розрахувати нормативні значення площ лісів зелених зон, площ лісопаркової частини, виділення смуг лісів уздовж берегів для свого міста, села або району міста.

2. Зробити висновок до практичної роботи.

Питання для самоконтролю:

1. Охарактеризуйте особливості антропогенного навантаження на лісові формації.
2. Охарактеризуйте нормативи виділення смуг лісів уздовж берегів водних об'єктів.
3. Охарактеризуйте нормативи визначення лісистості населених пунктів залежно від кількості населення.
4. Охарактеризуйте нормативи визначення площ лісопаркової частини лісів зелених зон.
5. Як відрізняються нормативи визначення площ лісових ділянок, що відносяться до лісів зелених зон залежно від лісо-рослинної зони.

Практична робота № 12

Визначення класу небезпечності промислових відходів

Мета: Ознайомитись із класифікацією відходів та набути навички визначення класу небезпечності промислових відходів

Відходи – це будь-які речовини, матеріали й предмети, які утворюються в процесі людської діяльності й не мають подальшого використання за місцем утворення або виявлення, яких їх власник позбувається, чи має намір або повинен позбутися шляхом утилізації або видалення.

Поводження із відходами – це дії, які спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання та перевезення, зберігання та оброблення, утилізацію та видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за даними операціями й нагляд за місцями видалення.

Поводження з відходами регулюється Законом «Про відходи», введеним в дію 5 березня 1998р. Закон зобов'язує державні органи вести облік і класифікацію відходів, які утворюються в Україні, всіх місць їх складування, відповідати за безпеку такої діяльності та сприяти максимальній утилізації відходів.

Класифікація відходів.

Відходи класифікують за декількома параметрами, а саме: за

агрегатним станом та за класами токсичності, за видами діяльності та за стадіями виробництва, за операціями та за приналежністю до Переліку певного «кольору», за Базельською конвенцією 1992р. та за Міжнародним кодом ідентифікації відходів (МКІВ) (рис. 1).

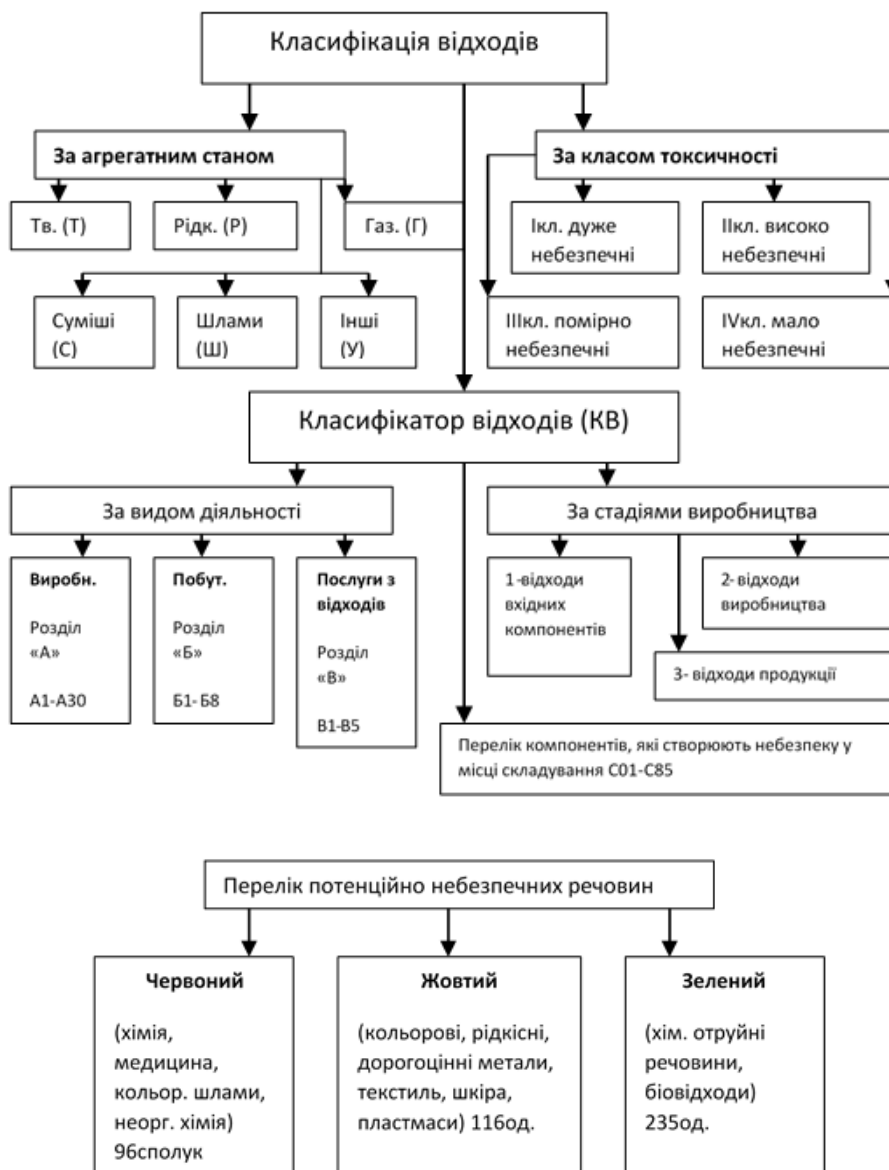


Рисунок 4 – Види класифікації відходів

Крім того, в Україні введено в дію національний класифікатор відходів (КВ), який входить у державну систему класифікації і кодування техніко – економічної і соціальної інформації. Класифікатор відходів забезпечує інформаційну підтримку вирішення питань поводження із відходами, їхньої переробки та утилізації.

В залежності від сфери утворення відходи поділяють на **відходи виробництва та споживання**, а також **побутові відходи**. Найпо-

ширеніші – **відходи виробництва**. Згідно з «Класифікатором відходів» до них відносяться:

- залишки сировини та матеріалів, напівфабрикатів тощо, які утворені у процесі виробництва продукції та втратили свої споживчі властивості;

- супутні гірничі породи й залишкові продукти (шлам та пил, відсів тощо);

- новоутворені речовини та їх суміші, які не є метою даного виробництва (шлак та зола, кубові залишки та інші тверді утворення);

- залишкові продукти сільськогосподарського виробництва (в тому числі тваринництва), лісівництва;

- бракована, некондиційна продукція або забруднена небезпечними речовинами та не придатна до використання.

До відходів споживання відноситься непридатна до експлуатації продукція, вироби та медичні препарати, що втратили свої споживчі властивості та в яких містяться певні хімічні й біологічні компоненти, які потребують небезпечного видалення. Серед яких особливе місце належить **побутовим відходам**. Це відходи, які утворюються у процесі життя та діяльності людини у житлових й нежитлових будинках (тверді та великогабаритні, ремонтні та рідкі, крім відходів, пов'язаних із виробничою діяльністю підприємств) й не використовуються за місцем їхнього накопичення. Вони можуть бути твердими та рідкими.

Тверді побутові відходи – це відходи, які утворюються в процесі життя і діяльності людини і накопичуються у житлових будинках, громадських, навчальних, лікувальних, торговельних та інших закладах (це харчові відходи, предмети дорожнього вжитку, сміття, опале листя, відходи від прибирання і поточного ремонту квартир, макулатура, скло, метал, полімерні матеріали тощо) і не мають подальшого використання за місцем їх утворення.

Рідкі побутові відходи – це господарчо-побутові (від миття та прання тощо) і каналізаційні стоки (за винятком промислових стоків) за відсутності централізованого водовідведення.

Також в Україні введено в дію декілька додаткових переліків:

Перелік **видів агрегатного стану відходів наступний**: (Р – рідкі, Т – тверді, Ш – шламopodobні, Г – газopodobні, С – суміші, У – не визначені).

«**Червоний перелік**», що вміщує наступні розділи: «А» - категорії

небезпечних відходів, ввезення в Україну яких заборонено (№1-50); «Б» - інші категорії відходів (№51-96).

«Жовтий перелік», у якому перераховані всі відходи, що вміщують кольорові, рідкісні та дорогоцінні метали (116 найменувань).

«Зелений перелік», або «Перелік отруйних речовин», у якому перераховані всі токсичні хімічні та біологічні відходи, всі операції поводження із якими вимагають спеціальних дозволів (всього 225 найменувань).

«Перелік об'єктів підвищеної екологічної небезпеки» (об'єкти 1-22).

«Узагальнений перелік небезпечних сховищ відходів» (С01-С85), в якому узагальнено ті 85 речовин та сполук, при наявності яких у сховищі (відвалі, відстійнику) це сховище вважається небезпечним.

Визначення класу небезпечності відходів

До промислових відходів відносяться відходи сфер виробництва та сфер споживання. Серед них найбільшу небезпеку для довкілля і здоров'я населення становлять неутилізовані токсичні промислові відходи.

Відходи за токсичністю поділяють на чотири класи небезпечності:

- 1 клас – це надзвичайно небезпечні;
- 2 клас – це високо небезпечні;
- 3 клас – це помірно небезпечні;
- 4 клас – це мало небезпечні відходи.

Визначення класу небезпеки промислових відходів.

Клас небезпеки промислових відходів визначають за токсичністю промислових відходів. Токсичними промисловими відходами є такі відходи, що утворюються у процесі технологічного циклу в промисловості та мають у своєму складі фізіологічно активні речовини, що викликають токсичний ефект.

Віднесення відходів до певного класу небезпечності є підставою для поводження з ними та вибору методу утилізації.

Клас небезпечності відходів визначається за формулами:

$$K_i = \frac{\lg(LD_{50})}{(S+0,1F+C_i)}$$

де K_i – індекс токсичності кожного i - хімічного інгредієнта, що входять до складу відходів;

$\lg(LD_{50})$ – логарифм середньої смертельної дози хімічного

інгредієнта при введенні у шлунок;

S – коефіцієнт розчинності хімічного інгредієнта у воді;

F – коефіцієнт леткості хімічного інгредієнта (визначається за тиском насиченої пари);

C_i – кількість цього інгредієнта у загальній масі відходу, т/т.

Для того, щоб визначити клас небезпечності відходів у цілому, після розрахунку K_i для різних інгредієнтів обирають не більше 3, але не менше 2 таких, які мають найменше значення K_i . При цьому $K_1 < K_2 < K_3$.

Якщо $2K_1 > K_3$, то для подальшого визначення обирається три найменших значення K_i . Інакше достатньо двох найменших значень.

Сумарний індекс небезпечності визначається за формулою:

$$K_c = \frac{1}{n^2} \cdot \sum_{i=1}^n K_i, \quad n \leq 3$$

де n – кількість інгредієнтів відходів, за якими проводиться визначення.

Клас небезпечності відходів визначають згідно з таблицею 31.

Таблиця 31

Класи небезпечності шкідливих речовин

Сумарний індекс токсичності K_c	Клас небезпечності	Ступінь небезпечності
$\leq 1,3$	I	Надзвичайно небезпечні
1,3-3,3	II	Високо небезпечні
3,4-10	III	Помірно небезпечні
>10	IV	Мало небезпечні

Завдання:

1. Оцінити клас небезпечності промислових відходів відповідно до заданого варіанту.

2. Визначити спосіб утилізації даного виду відходів та умови вибору місця під полігон для зберігання.

3. Порівняти українські і європейські вимоги до утилізації та переробки даного типу відходів.

Таблиця 32

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Хімічна формула	Коефіцієнт легкості, F	Розчинність у воді, S, г/г	LD50	Вміст інгредієнта, %	Кількість інгредієнта, Сі, т/т	
1	Сульфат кадмію	CdSO ₄	0	0,76	47	43,5	0,435
	Сульфат міді	CuSO ₄	0	0,21	43	41,2	0,412
	Оксид кадмію	CdO ₂	0	4,8·10 ⁻⁶	67	14,3	0,143
2	Оксид миш'яку	As ₂ O ₃	0	0,02	19,1	22,5	0,225
	Нікель	Ni	0	0	780	41,5	0,415
	Хлорид ртуті	HgCl ₂	1,7·10 ⁻⁶	0,0066	15	37,5	0,375
3	Гідрооксид стронцію	Sr(OH) ₂	0	0,0081	3160	36	0,36
	Сульфат свинцю	PbSO ₄	0	4,5·10 ⁻⁵	282	15,3	0,153
	Сульфат кобальту	CoSO ₄	0	0,39	424	22	0,22
4	Алюмонітрат	Al(NO) ₃	0	2,4	204	37,7	0,377
	Оксид ванадію	V ₂ O ₅	0	0,0007	23,4	14,6	0,146
	Оксид миш'яку	As ₂ O ₃	0	0,02	19,1	17,1	0,171
5	Алюмосульфат	Al ₂ (SO ₄) ₃	0	0,385	370	76	0,76
	Оксид марганцю	MnO	0	0	550	24,3	0,243
	Хлорид кадмію	CdCl ₃	0	1,14	67	40	0,4
6	Сульфат міді	CuSO ₄	0	0,21	43	32	0,32
	Гідрооксид стронцію	Sr(OH) ₂	0	0,0081	3160	20,4	0,204
	Оксид миш'яку	As ₂ O ₃	0	0,02	19,1	17,1	0,171
	Кадмій	Cd	0	0	890	30,5	0,305
7	Алюмонітрат	Al(NO) ₃	0	2,6	201	36,5	0,285
	Оксид ванадію	V ₂ O ₅	0	0,0004	23,2	12,4	0,152
	Хлорид кадмію	CdCl ₃	0	1,24	65	42	0,38
8	Оксид марганцю	MnO	0	0	530	22,3	0,235
	Хлорид кадмію	CdCl ₃	0	1,12	63	38	0,42
	Кадмій	Cd	0	0	850	30,1	0,33
9	Алюмонітрат	Al(NO) ₃	0	2,3	212	36,5	0,325
	Оксид ванадію	V ₂ O ₅	0	0,0007	23,4	14,6	0,152
	Оксид миш'яку	As ₂ O ₃	0	0,03	19,2	16,5	0,165
10	Алюмосульфат	Al ₂ (SO ₄) ₃	0	0,425	350	82	0,82
	Оксид марганцю	MnO	0	0	545	25,3	0,32
	Оксид ванадію	V ₂ O ₅	0	0,0005	22,1	14,6	0,17
11	Оксид марганцю	MnO	0	0	545	25,3	0,243
	Хлорид кадмію	CdCl ₃	0	1,11	65	45	0,45

	Оксид ванадію	V ₂ O ₅	0	0,0005	22,1	14,5	0,18
12	Оксид миш'яку	As ₂ O ₃	0	0,03	18,6	22,1	0,235
	Нікель	Ni	0	0	780	41,5	0,428
	Хлорид ртуті	HgCl ₂	1,7·10 ⁻⁶	0,0078	17	36,4	0,387
13	Алюмонітрат	Al(NO) ₃	0	2,5	212	36,5	0,325
	Оксид ванадію	V ₂ O ₅	0	0,0008	23,5	14,1	0,168
	Оксид миш'яку	As ₂ O ₃	0	0,04	18,7	16,4	0,179
14	Оксид миш'яку	As ₂ O ₃	0	0,01	19,9	23,5	0,225
	Нікель	Ni	0	0	758	43,5	0,385
	Хлорид ртуті	HgCl ₂	1,7·10 ⁻⁶	0,0078	14	37,5	0,379
15	Оксид марганцю	MnO	0	0	545	25,3	0,243
	Хлорид кадмію	CdCl ₃	0	1,22	68	49	0,48
	Оксид ванадію	V ₂ O ₅	0	0,0008	23,4	15,8	0,21
16	Алюмонітрат	Al(NO) ₃	0	2,8	215	37,5	0,354
	Оксид ванадію	V ₂ O ₅	0	0,0004	23,2	12,8	0,252
	Хлорид кадмію	CdCl ₃	0	1,32	63	44	0,42
17	Оксид марганцю	MnO	0	0	556	24,8	0,238
	Хлорид кадмію	CdCl ₃	0	1,22	68	49	0,54
	Оксид ванадію	V ₂ O ₅	0	0,0004	23,8	15,7	0,31
18	Оксид миш'яку	As ₂ O ₃	0	0,03	19,3	21,5	0,225
	Нікель	Ni	0	0	810	45,6	0,412
	Хлорид ртуті	HgCl ₂	1,7·10 ⁻⁶	0,0058	17	38,7	0,385
19	Сульфат кадмію	CdSO ₄	0	0,79	50	43,4	0,448
	Сульфат міді	CuSO ₄	0	0,25	48	41,2	0,456
	Оксид кадмію	CdO ₂	0	4,8·10 ⁻⁶	67	16,3	0,343
20	Алюмонітрат	Al(NO) ₃	0	2,8	212	37,7	0,377
	Оксид ванадію	V ₂ O ₅	0	0,0009	23,9	14,6	0,158
	Оксид миш'яку	As ₂ O ₃	0	0,04	19,8	17,5	0,171

Питання для самоконтролю:

1. Що таке відходи?
2. Як класифікують відходи?
3. Опишіть методику визначення класу небезпечності промислових відходів?
4. На скільки класів небезпечності поділяють відходи за токсичністю?
5. Охарактеризуйте відходи виробництва та споживання і побутові відходи.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 НОРМУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Практична робота № 13

Нормування доз опромінення від джерел радіації

Мета: Ознайомитись з нормативами доз опромінення від різних видів джерел іонізуючого випромінювання.

Згідно з вимогами норм радіаційної безпеки НРБУ-97 все населення поділяється на три категорії опромінюваних осіб (табл. 33), а органи людського тіла за ступенем зменшення радіочутливості розподіляють на три групи (табл. 34).

Таблиця 33

Категорії опромінюваних осіб

Тип категорії	Характеристика
Категорія А	Персонал – особи, які постійно або тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючих випромінювань (ДІВ)
Категорія Б	Обмежена частина населення – це особи, які не працюють безпосередньо із ДІВ, але за умовами мешкання чи розміщення робочих місць можуть піддаватися дії радіоактивних речовин та інших джерел випромінювання, що використовуються в установах і (або) видаляються у навколишнє природне середовище з відходами
Категорія В	Населення району, області, республіки, країни

Таблиця 34

Групи критичних органів людини

Тип групи	Характеристика
Перша група	Все тіло, гонади та червоний кістковий мозок
Друга група	М'язи, щитовидна залоза, жирова тканина, нирки, селезінка, шлунково-кишковий тракт та легені, кришталік ока й інші органи за винятком тих, які відносяться до I та III груп
Третя група	Шкірний покрив, кісткова тканина, кисті, перепліччя, кісточки і стопи

Нормами радіаційної безпеки НРБУ-97 встановлені основні дозові межі зовнішнього і внутрішнього опромінення для різних категорій опромінюваних осіб і груп критичних органів. Чисельні значення представлено у табл. 35.

Гранично допустима доза (ГДД) – найбільше значення індивідуальної еквівалентної дози за рік, яке при рівномірній дії протягом 50 років не викличе у стані здоров'я персоналу (категорії А) несприятливих змін, що виявляються сучасними методами. ГДД – основна дозова границя для осіб категорії А.

Границя дози (ГД) – це гранична еквівалентна доза за рік для обмеженої частини населення (категорія Б). ГД контролюють за середньою для критичної групи органів дозою зовнішнього опромінення та рівню радіоактивних викидів та радіоактивного забруднення об'єктів зовнішнього середовища. ГД – основна дозова границя для осіб категорії Б.

Таблиця 35

Основні дозові межі зовнішнього опромінення

Дози і категорія опромінюваних осіб	Дозові межі опромінення залежно від групи критичних органів, бер/р		
	I група	II група	III група
Гранично допустима доза для категорії А, ГДД	5	15	30
Межа дози для категорії Б, ГД	0,5	1,5	3

Розрізняють зовнішнє і внутрішнє опромінення організму людини.

Зовнішнє опромінення – дія на організм різних типів іонізуючого випромінювання від зовнішніх джерел.

Внутрішнє опромінення – дія на організм іонізуючого випромінювання та радіоактивних речовин, що потрапили всередину організму.

Основними засобами захисту від зовнішнього опромінення є:

- використання для роботи джерел з мінімально можливою активністю (захист кількістю);
- проведення робіт, пов'язаних з опроміненням протягом мінімально можливого і доцільного періоду часу (захист часом);

– видалення під час роботи на максимально можливу та доцільну відстань від джерела іонізуючого випромінювання (захист відстанню);

– зменшення інтенсивності іонізуючого випромінювання за допомогою захисних екранів, стінок чи перегородок (захист екранами).

З метою попередження попадання радіоактивних речовин у середину організму застосовуються різні захисні заходи, зокрема: вентиляційні системи та ведення робіт у вакуумних шафах, із захисними рукавичками, із застосуванням автоматичних маніпуляторів й телебачення, а також індивідуальні захисні засоби, такі як респіратори, шлангові протигази, пневмокостюми. Для прискореного виведення радіонуклідів з організму людини застосовують такі прийоми: промивання шлунково-кишкового тракту, прийом адсорбентів, ізотопне розбавлення.

Завдання:

1. Законспектувати засоби захисту від зовнішнього опромінення.
2. Дати характеристику зовнішнього і внутрішнього опромінення організму людини.

Питання для самоконтролю:

1. Охарактеризуйте категорії опромінюваних осіб.
2. Охарактеризуйте групи критичних органів людини за ступенем зменшення радіочутливості.
3. Охарактеризуйте дозові межі опромінення залежно від групи критичних органів.
4. Дайте визначення поняттям «гранично допустима доза», «границя дози».

Практична робота № 14

Нормативи шумового забруднення

Мета: Вивчити особливості впливу на організм людини та довкілля шумового та вібраційного забруднення, шляхи попередження негативного антропогенного впливу шумів і вібрації на організм людини та контроль за ними.

Шум – одна із форм фізичного (хвильового) забруднення навколишнього середовища. Шум виникає унаслідок коливальних змін тиску повітря. В цілому – це хаотичне нагромадження звуків різної частоти, потужності (амплітуди) та тривалості, що виходять за межі звукового комфорту. Розрізняють шум постійний, непостійний та періодичний, переривчастий та імпульсний. Шуми мають шкідливий вплив на здоров'я людей, знижують їхню працездатність, викликають захворювання органів слуху (глухоту), ендокринної, нервової, серцево-судинної системи (гіпертонія). Адаптація організму до шуму практично є неможливою, тому регулювання й обмеження шумового забруднення оточення - важливий і обов'язковий захід.

Одиниця вимірювання шуму – фізична одиниця децибел (дБ) – відношення діючого значення звукового тиску до мінімального значення, котре сприймається вухом людини. Шкала шумового впливу на організм людини наведена в таблиці 36.

Таблиця 36

Шкала шумового впливу на організм людини (дБа)

Децибел, дБа	Характеристика впливу на організм людини	Джерело випромінюваного звуку
0	Нічого не чути	-
10	Майже нічого не чути	Тихий шелест листя
20	Ледве чути	Шепіт людини
30	Тихо	Тікання настінного годинника Допустимий максимум за нормами для житлових приміщень вночі, з 23 ⁰⁰ до 7 ⁰⁰
40	Достатньо чути	Звичайна вимова. Норма для житлових приміщень від 8 ⁰⁰ до 22 ⁰⁰
50	Чітко чути	Розмова між людьми
60	Шумно	Гучна розмова. Норма для офісних приміщень
70	Шумно	Крик, сміх
80	Дуже шумно	Мотоцикл з глушником
90	Дуже шумно	Гучний крик, залізничний вагон на відстані 7 метрів

100	Вкрай шумно	Оркестр, гуркіт грому. Максимально допустимий тиск для навушників плеєра за європейськими нормами
110	Вкрай шумно	Робочий режим вертольоту
120	Майже нестерпно	Відбійний молоток (до 1 м)
130	Больовий поріг	Літак на старті
140	Контузія	Звук реактивного літака на старті
150	Контузія, травми	Старт космічної ракети
160	Шок, травми	Ударна хвиля від надзвукового літака. При силі звуку понад 160 дБа можливі розрив барабанних перетинок і легень
200	Смерть	Шумова зброя

Відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» органи державної виконавчої влади та місцевого самоврядування, підприємства та установи, організації і громадяни при здійсненні своєї діяльності зобов'язані вжити необхідні заходи щодо запобігання і недопущення перевищення встановлених рівнів акустичного впливу на навколишнє середовище й здоров'я людини. Використання джерел, які генерують даний фізичний фактор у виробництві, побуті та із іншою метою, допускається за умови дотримання санітарних норм, що передбачені Державними санітарними нормами допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови. Допустимі рівні шуму на різних об'єктах, територіях різного господарського призначення, в приміщеннях житлових і громадських будинків та на території житлової забудови наведені в таблиці 37 та 38.

Таблиця 37

Допустимі рівні шуму на різних об'єктах, територіях різного господарського призначення

Території	Еквівалентний рівень шуму, дБА		Максимальний рівень, шум, дБА	
	>з 8 до 22	>з 22 до 8	>з 8 до 22	>з 22 до 8
Сельбищні зони населених місць	55	45	70	60
До житлової забудови, що реконструюється	60	50	70	60
Території житлової забудови поблизу аеродромів та аеропортів	65	55	75	65
Зони масового відпочинку і туризму	50	35-40	85	75
Санітарно-курортна зона	40-45	30-35	60	65
Території заповідників і заказників	< 25	<20	50	45

Таблиця 38

Допустимі рівні звуку в приміщеннях житлових і громадських будинків та на території житлової забудови

Призначення приміщень та територій	Час доби*	Рівні звуку L_A або $L_{A_{екв.}}$, дБА
2	3	4
Операційні приміщення в лікарнях та клініках	цілодобово	35
Палати на одного пацієнта	день	35
	ніч	25
Палати на двох пацієнтів і більше	день	40
	ніч	30
Кабінети лікарів поліклінік, амбулаторій, диспансерів, лікарень, санаторіїв, масажні та косметологічні кабінети, аптеки	цілодобово	35
Лабораторії лікувальних закладів	цілодобово	45
Місця загального користування лікувальних закладів		55
Спальні кімнати житла I категорії	день	35
	ніч	25

Житлові приміщення житла I категорії	день	40
	ніч	30
Спальні кімнати житла II категорії	день	40
	ніч	30
Житлові приміщення будинків відпочинку, пансіонатів, будинків-інтернатів для людей похилого віку та інвалідів	день	40
	ніч	30
Житлові кімнати в гуртожитках	день	45
	ніч	35
Житлові номери готелів категорії 4 зірки та 5 зірок	день	35
	ніч	30
Житлові номери готелів категорії 3 зірки	день	40
	ніч	30
Житлові номери готелів категорії менше ніж 3 зірки	день	45
	ніч	35
Конференц-зал або банкетний зал у готелях і мотелях	цілодобово	40
Зони сервісних служб у готелях і мотелях	цілодобово	55
Спальні приміщення в дитячих дошкільних закладах і школах-інтернатах	день	40
	ніч	30
Лекційні та класні приміщення, учбові кабінети, кімнати викладачів, конференц-зали, аудиторії	цілодобово	40
Музичні класи	цілодобово	35
Бібліотеки	цілодобово	45
Зали для глядачів у клубах, кінотеатрах, закладах дозвілля, зали засідань	цілодобово	40
Фойє кінотеатрів, клубів, багатоцільових залів, закладів дозвілля)	цілодобово	55
Зали театрів і концертні зали	цілодобово	30
Зали багатоцільового призначення	цілодобово	35
Фойє театрів і концертних залів	цілодобово	50
Музеї	цілодобово	40
Театри	цілодобово	30
Церкви	цілодобово	40
Спортивні зали, плавальні басейни	цілодобово	55
Торговельні зали магазинів, пасажирські зали аеропортів і вокзалів, приймальні пункти підприємств побутового обслуговування	цілодобово	60
Адміністративні приміщення	цілодобово	45
Офіси	цілодобово	50

Приміщення, обладнані персональними комп'ютерами та/або технікою для бізнесу	цілодобово	50
Приміщення для прийому громадян	цілодобово	55
Кімнати для конференцій	цілодобово	45
Робочі приміщення і кабінети науково-дослідних і проектно-конструкторських організацій	цілодобово	50
Зали судових засідань	цілодобово	40
Зали кафе, їдалень, барів, ресторанів	цілодобово	55
Гаражі	цілодобово	60
Території, які безпосередньо прилягають до будівель лікарень і санаторіїв	день	45
	ніч	35
Території, які прилягають до житлових будинків підвищеної комфортності та котеджів	день	50
	ніч	40
Території, які безпосередньо прилягають до житлових будинків, поліклінік, амбулаторій, диспансерів, будинків відпочинку, пансіонатів, будинків-інтернатів для людей похилого віку та інвалідів, дитячих дошкільних закладів, шкіл та інших навчальних закладів, бібліотек, храмів, музеїв	день	55
	ніч	45
Територія житлової забудови, на яку впливає шум об'єктів будівництва та реконструкції	день	60
	ніч	50
Території, які безпосередньо прилягають до готелів та будівель гуртожитків	день	60
	ніч	50
Території, які безпосередньо прилягають до офісних будівель	день	65
Майданчики відпочинку на території лікарень і санаторіїв	цілодобово	35
Майданчики відпочинку на території мікрорайонів і груп житлових будинків, котеджів, будинків відпочинку, пансіонатів, будинків - інтернатів для людей похилого віку та інвалідів, майданчики дитячих дошкільних закладів, шкіл та інших навчальних закладів (незалежно від форм власності)	цілодобово	45
Території, які безпосередньо прилягають до магазинів, торгових центрів, пасажирських залів аеропортів, вокзалів, приймальних пунктів підприємств побутового обслуговування	цілодобово	70

Завдання:

1. Заповніть таблицю 39, охарактеризувавши заходи захисту населення від віброакустичних впливів ззовні та всередині будинку.

Заходи захисту населення від віброакустичних впливів

№ пор.	Заходи захисту населення від віброакустичних впливів	
	зовні будинку	всередині будинку
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

2. Скрипаль, створює шум в квартирі Х (за стіною) на рівні 40 дБа. Сусід, який працює в нічну зміну і відпочиває вдень вимагає гра-ти тихіше? Чи обґрунтовані претензії сусіда? Поясніть.

3. Поясніть яке значення в житті людини відіграє нормування віброакустичного нормування?

Питання для самоконтролю:

1. Що таке шум?
2. Охарактеризуйте наслідки негативного впливу шуму та вібрацій на організм людини.
3. Як змінюються допустимі рівні шуму на різних об'єктах, територіях різного господарського призначення?
4. Охарактеризуйте як змінюються допустимі рівні звуку в приміщеннях залежно від їх призначення?
5. Якими нормативними документами нормуються допустимі рівні шуму?

Практична робота № 15**Визначення рівня впливів електромагнітних полів**

Мета: Вивчити особливості впливу на організм людини та довкілля електромагнітних випромінювань. Оволодіти методикою визначення рівня впливів електромагнітних полів.

Навколо будь-якого провідника зі струмом утворюється електричне і магнітне поле. Це у випадках, коли струм у провідниках змінює напрям з певною частотою, і електромагнітне поле (ЕМП) змі-

нює свої параметри з такою ж частотою. Розповсюдження енергії у просторі в цьому випадку носить хвильовий характер.

Основними параметрами ЕМП є:

Довжина хвилі (λ) – це відстань, на яку енергія розповсюджується за проміжок часу, що дорівнює періоду коливання, вимірюється в метрах, кратних і дільних величинах (м, км, см, :«м, нм);

Частота (ν) - кількість періодів коливання за 1 с, вимірюється в герцах (Гц) і кратних величинах (кГц, МГц, ГГц);

Швидкість розповсюдження енергії (c), дорівнює 300000 км/с.

Всі ці параметри пов'язані співвідношенням:

$$\lambda = \frac{\nu}{c}$$

Ступінь впливу електромагнітного поля (ЕМП) на організм людини залежний від діапазону частот, інтенсивності й тривалості дії, характеру випромінювання та режиму опромінення, індивідуальних особливостей організму. Змінне ЕМП – це сукупність магнітного та електричних полів та поширюється в просторі в вигляді електромагнітних хвиль. Основні параметри, що характеризують електромагнітне поле – це напруженість магнітної складової ЕМП ($H, A/m$) та електрична складова ЕМП ($E, B/m$).

Гранично допустимі рівні (ГДР) напруженості ЕМП встановлені у «Державних санітарних нормах і правилах захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань». У якості ГДР прийняті такі значення напруженості електричного поля, кВ/м:

- всередині житлових будинків – 0,5;
- на території житлової забудови – 1;
- в населеній місцевості, поза зоною житлової забудови, на ділянках перетину В Л з автомобільними дорогами – 10;
- в ненаселеній місцевості (часто відвідуваної людьми, доступної для транспорту, і сільськогосподарські угіддя) – 15;
- у важкодоступній місцевості (недоступної для транспорту і сільськогосподарських машин) і на спеціально вигороджених ділянках, де доступ населення виключений – 20.

За напруженості електричного поля більше 1 кВ/м необхідно вживати заходи щодо виключення впливу на людину значних електричних розрядів та струмів стікання.

При одночасному впливу декількох джерел, що працюють в частотному діапазоні (60 кГц–300 МГц) та для яких встановлені різні значення гранично допустимих рівнів (ГДР) напруженості ЕМП, має

забезпечуватись умова:

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

де: E_1, E_2, E_n – вимірні значення напруженості електричної складової ЕМП;

$E_{ГДР_1}, E_{ГДР_2}, E_{ГДР_n}$ – гранично допустимі рівні впливу для відповідного частотного діапазону (табл. 10.1)

Основний засіб захисту від ЕМП у навколишньому середовищі - захист відстанню. З метою дотримання нормованих ГДР для ЕМП на селищній території планувальні рішення при розміщенні радіотехнічних об'єктів (РТО) вибирають з урахуванням:

- потужність передавачів;
- характеристики спрямованості;
- висоти розміщення і конструктивних особливостей антен;
- рельєфу місцевості;
- функціонального призначення прилеглих територій;
- поверхні забудови.

Майданчик РТО обладнується відповідно до будівельних норм і правил, на її території не допускається розміщення житлових і громадських будівель.

Таблиця 40

Допустимі рівні напруженості електромагнітного поля радіочастотного діапазону

Діапазон частот, Гц	Допустимі рівні напруженості	
	За електричною складовою (E), В/м	За магнітною складовою (H), А/м
60 кГц – 3 МГц	50	5 (1,5 МГц)
3 МГц – 30 МГц	20	–
30 МГц – 50 МГц	10	0,3
50 МГц – 300 МГц	5	–

Для захисту населення від впливу ЕМП, утворюваного РТО, влаштовують при необхідності санітарно захисні зони і зони обмеження забудови. Межі санітарно-захисних зон вздовж траси високовольтної лінії наведені в таблиці 39 (значення в дужках, допускають-

ся як виняток для сільської місцевості). Необхідним є забезпечення обмеження тривалості робіт і заземлення машин, а також проведення інструктажу населення.

Таблиця 41

Межі санітарно-захисних зон вздовж траси високовольтної лінії

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

Завдання:

1. Відповідно до вихідних даних визначити ступінь сумарної дії декількох джерел ЕМП (за електричною складовою) у радіочастотному діапазоні.
2. Зробити відповідні висновки.

Таблиця 39

Вихідні дані для виконання розрахунку (рівні випромінювання джерел ЕМП, А/м)

№ варіанта	Частотний діапазон та рівні випромінювання			
	Джерело 1	Джерело 2	Джерело 3	Джерело 4
	60 кГц – 3 МГц	3 МГц – 30 МГц	30 МГц – 50 МГц	50 – 300 МГц
1	32	2	33	3
2	26	3	25	2
3	20	3	22	3
4	18	4	18	5
5	31	5	31	5
6	29	7	28	6
7	29	7	29	8
8	31	9	31	8
9	40	8	40	9
10	29	10	28	10
11	37	11	39	11

12	38	12	38	11
13	37	13	37	13
14	37	14	35	14
15	36	15	38	15
16	28	14	28	16
17	32	17	31	17
18	41	18	41	18
19	35	19	35	19
20	40	20	40	20

Питання для самоконтролю:

1. Порівняйте основні параметри електромагнітних полів (ЕМП) та області їхнього розповсюдження.
2. Якими нормативними документами регламентується ГДР напруженості ЕМП;
3. Охарактеризуйте значення напруженості ЕМП, кВ/м для різних територій;
4. Охарактеризуйте методику оцінки безпечності напруженості у різних радіочастотних діапазонах від різних джерел.
5. Які вимоги, висуваються до радіотехнічних об'єктів з метою захисту навколишнього середовища від ЕМП.
6. Охарактеризуйте межі зон санітарно-захисних зон в залежності від потужності високовольтних ліній.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Основні підходи до оцінки впливу антропогенних процесів на природу.
2. Види порушення природного середовища.
3. Природне та антропогенне забруднення біосфери. Поняття про «брудну дюжину».
4. Інвентаризація викидів в атмосфері.
5. Розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері.
6. Фактори, що впливають на розсіювання.
7. Міжнародні екологічні стандарти з контролю за станом водних об'єктів.
8. Нормування розмірів санітарно-захисної зон для водних об'єктів.
9. Класифікація якості поверхневих вод за мікробіологічними показниками.
10. Деградація ґрунтів та її види.
11. Особливості самоочищення ґрунтів залежно від їх типів.
12. Регламентування вмісту в продуктах харчування антибіотиків і діоксинів.
13. Нормування якості екосистем на основі аналізу біологічного різноманіття.
14. Біоіндикатори, як об'єкт екологічного нормування.
15. Проблема накопичення відходів в Україні та шляхи її вирішення.
16. Нормування викидів і скидів радіоактивних речовин різного агрегатного стану.
17. Сучасні методи запобігання шкідливому впливу віброакустичного забруднення на виробництві та побуті.
18. Нормування інтенсивності ультрафіолетового випромінювання.
19. Нормування лазерного випромінювання.
20. Нормування інфрачервоного випромінювання.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

Модульний контроль 1

1. В яких одиницях вимірюється доза шкідливої речовини?
 - A) мг/м³;
 - B) мг/кг;
 - C) мг/л;
 - D) тон/рік.
2. Гранично допустимі викиди і скиди використовують в:
 - A) санітарно-гігієнічному нормуванні;
 - B) екологічному нормуванні;
 - C) науково-технічному екологічному нормуванні.
3. Нормативний документ – це
 - A) сфера діяльності, що охоплює взаємопов'язані об'єкти стандартизації;
 - B) об'єкт, що має бути стандартизованим;
 - C) документ, що встановлює правила, загальні принципи чи характеристики щодо різних видів діяльності або їх результатів;
 - D) сукупність взаємопов'язаних об'єктів стандартизації.
4. Найбільш техногенно напруженим регіоном за рівнем МТН (модуль техногенного навантаження) є:
 - A) Полтавська область;
 - B) Запоріжська область;
 - C) Львівська область;
 - D) Житомирська область.
5. В яких одиницях вимірюється концентрація шкідливої речовини у повітрі?
 - A) мг/м³;
 - B) мг/кг;
 - C) мг/л;
 - D) тон/рік.
6. В яких одиницях вимірюється концентрація шкідливої речовини у воді?
 - A) мг/м³;
 - B) мг/кг;
 - C) мг/л;
 - D) тон/рік.
7. На скільки класів поділяються шкідливі речовини за ступенем небезпечної дії на людину?
 - A) 2;

- B) 3;
- C) 4;
- D) 8.

8. Найбільш поширеним видом негативного впливу на середовище є:

- A) забруднення;
- B) виснаження ресурсів;
- C) знищення природних екосистем;
- D) порушення стандартів на якість продукції.

9. Об'єктами нормування стану довкілля є:

- A) концентрації забруднюючих речовин;
- B) людина та навколишнє середовище;
- C) екологічне законодавство;
- D) екологічна безпека.

10. Антропогенне навантаження на навколишнє середовище включає:

- A) забруднення;
- B) виснаження ресурсів;
- C) порушення стандартів на якість продукції;
- D) усе вище перелічене (а, b, c).

Модульний контроль 2

1. Максимальний вміст солей у воді визначено на рівні:

- A) 100 мг/л;
- B) 500 мг/л;
- C) 1000 мг/л;
- D) 2000 мг/л.

2. Яке співвідношення ГДК у повітрі є вірним?

- A) $ГДК_{с.д.} > ГДК_{р.з.}$;
- B) $ГДК_{с.д.} < ГДК_{м.р.}$.;
- C) $ГДК_{с.д.} > ГДК_{м.р.}$;
- D) $ГДК_{с.д.} > 1$.

3. Для порівняння ступеню шкідливості i -ої речовини 4-го класу небезпеки безрозмірна константа a_i складає:

- A) 1,7;
- B) 1,3;
- C) 1,0;
- D) 0,9.

4. Показником нормування скидів у водні об'єкти є:

- A) ГДК;
- B) ГДС;
- C) ГДВ;
- D) ГДР.

5. Викид, який надходить в атмосферу у вигляді ненаправлених потоків газопилової суміші від джерела забруднення, не оснащених спеціальними спорудами для відведення газів, трубами, та ін. – це:

- A) неорганізований викид;
- B) організований викид;
- C) викид від транспортних засобів;
- D) максимально допустимий викид.

6. Літня температура води внаслідок спуску стічних вод порівняно з середньомісячними показниками не повинна підвищуватись більше, ніж на:

- A) 1 °С;
- B) 3 °С;
- C) 5 °С;
- D) 10 °С.

7. Для визначення індексу забруднення атмосфери (ІЗА) для кожного населеного пункту визначено конкретний перелік пріоритетних домішок який включає:

- A) 3 речовини;
- B) 4 речовини;
- C) 5 речовин;
- D) 10 речовин.

8. До культурно-побутового водокористування відносяться водні об'єкти, призначені для:

- A) купання, занять спортом і відпочинку;
- B) питного водопостачання;
- C) розведення і вилову риби ;
- D) поливу сільськогосподарських культур.

9. Який з представлених важких металів несе найбільшу загрозу для здоров'я людини?

- A) мідь;
- B) залізо;
- C) кадмій;
- D) марганець.

10. До органічних забруднень водних об'єктів відносять забруднення:

- A) солями магнію і кальцію;
- B) важкими металами;
- C) ціанідами;
- D) нафтопродуктами.

11. Назвіть види забруднень ґрунтів:

- A) хімічне, антропогенне, біологічне;
- B) хімічне, біологічне, механічне;
- C) хімічне, фізичне, механічне;
- D) хімічне, біологічне, фізичне.

12. Яка площа ґрунтів в Україні є забрудненою важкими металами?

- A) 15 %
- B) 8 %
- C) 12 %
- D) 25 %

13. Основним джерелом надходження важких металів до ґрунту є:

- A) діяльність ТЕС
- B) діяльність АЕС
- C) сільське господарство
- D) військові дії

14. Самоочищення ґрунту – це:

- A) інтервал, протягом котрого відбувається зменшення масової частки речовини, що забруднює ґрунт, на 56 % від початкового значення або до його фонового значення
- B) інтервал, протягом котрого відбувається зменшення масової частки речовини, що забруднює ґрунт, на 96 % від початкового значення або до його фонового значення
- C) інтервал, протягом котрого відбувається підвищення масової частки речовини, що забруднює ґрунт, на 96 % від початкового значення або до його фонового значення

15. Концентрація забруднюючих речовин у ґрунті вимірюються у :

- A) мг/л
- B) мг/м³
- C) мг/кг
- D) кг/кг

16. При помірно небезпечній категорії забруднення ґрунту спостерігається:

- А) Найнижчий рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень у дорослого населення
- В) Підвищення загального рівня захворюваності
- С) Підвищення загального рівня захворюваності, кількості часто хворіючих дітей, дітей з хронічними захворюваннями, порушення функціонування серцево-судинної системи
- Д) Підвищення захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції у жінок (збільшення випадків токсикозу при вагітності, передчасних пологів, мертвонароджених, гіпотрофія немовлят)

8. При дуже небезпечній категорії забруднення ґрунту спостерігається:

- А) Найнижчий рівень захворюваності дітей та мінімум функціональних відхилень у дорослого населення
- В) Підвищення загального рівня захворюваності
- Підвищення загального рівня захворюваності, кількості часто хворіючих дітей, дітей з хронічними захворюваннями, порушення функціонування серцево-судинної системи
- Д) Підвищення захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції у жінок (збільшення випадків токсикозу при вагітності, передчасних пологів, мертвонароджених, гіпотрофія немовлят)

17. Для підвищення самоочищення ґрунту необхідно:

- А) Вносити мінеральні добрива та пестициди
- В) Вносити органічні добрива та мікробіологічні препарати
- С) Проводити мінімальний обробіток
- Д) Вносити фосфорні добрива

18. На скільки класів небезпечності за токсичністю поділяють відходи?

- А) 5
- В) 3
- С) 4
- Д) 6

19. За походженням відходи поділяють на:

- А) Рідкі та тверді, газоподібні
- В) Промислові та побутові
- С) Нормативні та понаднормативні
- Д) Зворотні та незворотні

20. За агрегатним станом відходи поділяють на:

- A) Рідкі та тверді, газоподібні
- B) Промислові та побутові
- C) Нормативні та понаднормативні
- D) Зворотні та незворотні

21. Люмінесцентні лампи відносяться до:

II класу небезпеки

- A) I класу небезпеки
- B) III класу небезпеки
- C) IV класу небезпеки

22. Тверді побутові відходи відносяться до:

- A) II класу небезпеки
- B) I класу небезпеки
- C) III класу небезпеки
- D) IV класу небезпеки

23. Обсяг утворення твердих побутових відходів в Україні становить (кг/особу/рік)?

- A) 525
- B) 315
- C) 715
- D) 685

24. Обсяг утилізації ТПВ в Україні становить?

- A) 95,2 %
- B) 4,2 %
- C) 50,5 %
- D) 35,5 %

25. Відходи – це:

A) будь-які речовини, матеріали і предмети, які утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення

B) будь-які речовини, матеріали і предмети, які утворюються у процесі людської діяльності і мають подальше використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення

C) будь-які речовини, матеріали і предмети, які утворюються у процесі людської діяльності і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом видалення

26. Мінімальне технічне облаштування полігону ТПВ:

А) система збирання й утилізації звалищного газу та система знешкодження фільтрату

В) ізоляція та система моніторингу

С) система збирання й утилізації звалищного газу, система знешкодження фільтрату, ізоляція та система моніторингу

27. Кількість сміттєзвалищ і полігонів в Україні?

А) 5434

В) 10500

С) 2500

28. Клас небезпеки промислових відходів визначається їх:

А) агрегатним складом

В) токсичністю

С) походженням

Д) можливості утилізації

29. При розрахунку індексу токсичності кожного хімічного інгредієнта, що входить до складу відходів враховують його:

А) ГДК

В) LD50

С) LD100

Д) ГДР

30. Визначіть сумарний коефіцієнт та категорію забруднення ґрунту якщо вміст свинцю становить 7,0 мг/кг, кадмію – 2,2 мг/кг, хрому – 0,3 мг/кг, нітратів – 250 мг/кг, хлорофосу – 1,1 мг/кг.

31. Що таке СЗЗ? Які розміри СЗЗ залежно від КНП?

21. Розрахуйте КІЗА та визначте рівень забруднення атмосферного повітря за наступними параметрами: вміст діоксиду азоту 0,08 мг/м³, вміст пилу – 0,13 мг/м³, вміст оксиду вуглецю – 3,5 мг/м³, вміст фенолів – 0,0005 мг/м³, вміст діоксину сірки 0,06 мг/м³, вміст формальдегіду 0,001 мг/м³.

22. Розрахуйте ІЗВ водойми господарсько-побутового призначення та визначте клас забруднення води за наступними параметрами: БСК₅ – 4,1 мг/л, вміст розчиненого кисню – 3,2 мг/л, вміст амонійного азоту – 1,5 мг/л, нітритів – 35 мг/л, нафтопродуктів – 0,02 мг/л.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення; затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 721 від 02 травня 2022 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22> .

2. Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті, затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 1595 від 14 липня 2020 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0722-20#Text>.

3. Гігієнічні регламенти гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць, затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 52 від 14 січня 2021 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text> .

4. Державні гігієнічні нормативи Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді: ГН 6.6.1.1-130-2006. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=48352 .

5. Державні гігієнічні правила і норми «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13#Text> .

6. Державні санітарні норми допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text>

7. Державні санітарні норми і правила ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/trebovaniya-k-kachestvu-pitevoy-vody/> .

8. 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. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0137588-01#Text> .

9. Досвід використання «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (пояснення, застереження, приклади) / А.В. Яцик, В.М. Жукинський, А.П. Чернявська, І.С. Єзловецька. Київ: «Оріяни», 2006. 60 с.

10. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. / А.І. Томільцева, А.В. Яцик, В.Б. Мокін та ін. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.

11. Медико-біологіческие требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. URL: https://zakononline.com.ua/documents/show/157166_528469 .

12. Методи встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуарій в Україні / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. Київ, 2001. 48 с.

13. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко та ін. Харків: УкрНДІЕП. 2012. 37 с.

14. Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами. Затверджені Наказом Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України № 173 від 05.03.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0173926-21#Text>

15. Наказ «Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів» N 173 від 19.06.96 зі змінами. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>.

16. Наказ Міністерства агрополітики та продовольства України «Про затвердження нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах». №1369/21681 від 14.08.2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12#Text> .

17. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0062282-97#Text>

18. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона : навч. посібник; за ред. В.К. Хільчевського. К.: ВПЦ «Київський університет», 2015. 172 с.

19. Порядок поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних лісових ділянок. Затверджено постановою Кабінету

Міністрів України від 16 травня 2007 р. № 733. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/79608955> .

20.Петровська М. Екологічна токсикологія: навчально-методичний посібник. Мирослава Петровська. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 116 с.

21.Радіаційна екологія: навчально-методичний посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 217 с.

22.Славов В.П., Войцицький А.П., Корж З.В. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: теорія та лабораторно-розрахунковий практикум: Навчальний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2013. 200 с.

23.Яцик А.В. Стратегія реформування водного господарства України для збалансованого екологічнобезпечного використання та збереження водних ресурсів. Київ: НУВГП, 2011. 44 с.

Додаток А Оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями

Таблиця А.1 Класифікація якості прісних гіпо- та олігогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу [13]

Показники, мг/дм ³	Клас якості вод						
	I	II		III		IV	V
	Категорія якості вод						
	1	2	3	4	5	6	7
Сума іонів	<=500	501-750	751-1000	1001-1250	1251-	1501-2000	>2000
Хлориди	<=20	21-30	31-75	76-150	151-200	201-300	> 300
Сульфати	<=50	51-75	76-100	101-150	151-200	201-300	> 300

Таблиця А.2 Екологічна класифікація якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними критеріями

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Гідрофізичні: Завислі речовини, мг/дм ³	<5	5-10	11-20	21-30	31-50	51-100	>100
Прозорість, м	>1,5	1,00-1,50	0,65-0,95	0,50-0,60	0,35-0,45	0,20-0,30	<0,20
Гідрохімічні: рН	6,9-7,0 7,1-7,5	6,7-6,8 7,6-7,9	6,5-6,6 8,0-8,1	6,3-6,4 8,2-8,3	6,1-6,2 8,4-8,3	5,9-6,0 8,6-8,7	<5,9 >8,7
Азот амонійний, мг N/дм ³	<0,10	0,10-0,20	0,21-0,30	0,31-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	> 2,50
Азот нітритний, мг N/дм ³	< 0,002	0,002-0,005	0,006-0,01	0,011-0,02	0,021-0,05	0,051-0,10	> 0,10
Азот нітратний, мг N/дм ³	< 0,20	0,20-0,30	0,31-0,50	0,51-0,70	0,71-1,00	1,01-2,50	>2,50
Фосфор фосфатів, мг P/дм ³	< 0,015	0,015-0,030	0,031-0,05	0,051-0,10	0,101-0,20	0,201-0,300	> 0,30
Розчинений O ₂ , мг O ₂ /дм ³	<8,0	7,6-8,0	7,1-7,5	6,1-7,0	5,1-6,0	4,0-5,0	<4,0
% насичення	96-100 101-105	91-96 106-110	81-90 111-120	71-80 121-130	61-70 131-140	40-60 141-150	<40 > 150
ПО, мг O ₂ /л	<3,0	3,0-5,0	5,1-8,0	8,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	>20,0
БО, мг O ₂ /дм ³	<9	9-15	16-25	26-30	31-40	41-60	>60
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	< 1,0	1,0-1,6	1,7-2,1	2,2-4,0	4,1-7,0	7,1-12,0	> 12,0

Гідробиологічні: Біомаса фітопланктону, мг	<0,5	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	10,1-50,0	>50,0
Індекс самоочищення - самозабруднення (A/R)	1,0	0,9 1,1	0,8 1,2	0,7 1,3-1,5	0,6 1,6-2,0	0,5 2,1-2,5	<0,5 >2,5

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Бактеріологічні: Чисельність бактеріо-планктону, млн кл/см ³	<0,5	0,5-1,5	1,6-2,5	2,6-5,0	5,1-7,0	7,1-10,0	> 10,0
Чисельність сапрофітних бактерій, тис. кл/см ³	<1,0	1,0-3,0	3,1-5,0	5,1-10,0	10,1-25,0	25,1-100,0	> 100,0
Біоіндикація сапробності (індекси сапробності):							
за Пантле-Букком	<1,0	1,0-1,5	1,6-2,0	2,1-2,5	2,6-3,0	3,1-3,5	> 3,5
за Гуднайтом–Уіглеєм	1-20	21-45	46-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Трофність (переважаючий тип)	оліготрофні	мезотрофні		евтрофні		полі- тро- фні	гіпер-тро- фні
	оліготрофні,оліго- мезотрофні	мезо- тро- фні	мезо- евт- рофні	ев- тро- фні	ев-полі- трофні	полі- тро- фні	гіпер-тро- фні
Сапробність	олігосапробні		β -мезосапробні		α-мезосапробні		полі- сап- робні
	β -оліго- сапробні	α-оліго-сап- робні	β'-мезо-сап- робні	β"-мезо-сап- робні	α'-мезо-сап- робні	α"-мезо-сап- робні	полі- сап- робні

Таблиця А.3 Екологічна класифікація якості поверхневих вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії

Показники,мкг/дм ³	Клас якості вод						
	I	II		III		IV	V
	Категорія якості вод						
	1	2	3	4	5	6	7
Ртуть	<0,02	0,02-0,05	0,06-0,20	0,21-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50
Кадмій	<0,1	0,1	0,2	0,3-0,5	0,6-1,5	1,6-5,0	>5,0
Мідь	< 1	1	2	3-10	11-25	26-50	>50
Цинк	< 10	10-15	16-20	21-50	51-100	101-200	>200
Свинець	<2	2-5	6-10	11-20	21-50	51-100	> 100
Хром (загальний)	<2	2-3	4-5	6-10	11-25	26-50	>50
Нікель	< 1	1-5	6-10	11-20	21-50	51-100	> 100
Миш'як	< 1	1-3	4-5	6-15	16-25	26-35	>35
Залізо (загальне)	<50	50-70	76-100	101-500	501-1000	1001-2500	> 2500
Марганець	< 10	10-25	26-50	51-100	101-500	501-1250	> 1250
Фториди	< 100	100-125	126-150	151-200	201-500	501-1000	> 1000
Ціаніди	0	1-5	6-10	10-25	26-50	51-100	> 100
Нафтопродукти	<10	10-25	26-50	51-100	101-200	201-300	> 300
Феноли (леткі)	0	< 1	1	2	3-5	6-20	>20
СПАР	0	< 10	10-20	21-50	51-100	101-250	> 250

Таблиця А.4 Класи та категорії якості поверхневих вод України за екологічною класифікацією

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Назва класів і категорій якості вод за їхнім станом	Відмінні	Добрі		Задовільні		Погані	Дуже погані
	Відмінні	Дуже добрі	Добрі	Задовільні	Посередні	Погані	Дуже погані
Назва класів і категорій якості вод за ступенем їхньої чистоти (забрудненості)	Дуже чисті	Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні
	Дуже чисті	Чисті	Досить чисті	Слабко- забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні

**Додаток Б Гігієнічні регламенти
допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті**

Таблиця Б.1 Гігієнічні регламенти допустимого вмісту
хімічних речовин у ґрунті [2]

№ з/п	Найменування речовини	CAS №	Величина гранично допустимої концентрації (ГДК), мг/кг з урахуванням фону (кларка)	Лімітуючий показник шкідливості
1	2	3	4	5
1	Бенз(а)пірен	50-32-8	0,02	загальносанітарний
2	Бензин	8032-32-4	0,1	повітряно-міграційний
3	Бензол	71-43-2	0,3	повітряно-міграційний
4	Ванадій	7440-62-2	150,0	загальносанітарний
5	Ванадій + марганець	7440-62-2 + 7439-96-5	100 + 1000	загальносанітарний
6	Диметилбензоли (1,2-диметилбензол; 1,3-диметилбензол; 1,4-диметилбензол)	1330-20-7	0,3	транслокаційний
7	Комплексні гранульовані добрива (КГД)		120,0	водно-міграційний
8	Комплексні рідкі добрива (КРД) ¹		80,0	водно-міграційний
9	Марганець	7439-96-5	1500,0	загальносанітарний
10	Метаналь	50-00-0	7,0	повітряно-міграційний
11	Метилбензол	108-88-3	0,3	повітряно-міграційний
12	(1-метилетеніл)бензол	25013-15-4	0,5	повітряно-міграційний
13	(1-метилетил)бензол	98-82-8	0,5	повітряно-міграційний

14	(1-метилетил)бензол + (1-метилетеніл)бензол	98-82-8 + 25013-15-4	0,5	повітряно-міграційний
15	Арсен * (миш'як)	7440-32-2	2,0	транслокаційний
16	Нітрати (за NO ₃)	14797-55-8	130,0	водно-міграційний
17	Відходи флотації вугілля (ВФВ) ³		3000,0	водно-міграційний; загальносанітарний
18	Ртуть*	7439-97-6	2,1	транслокаційний
19	Свинець*	7439-92-1	32,0	загальносанітарний
20	Свинець + ртуть*	7439-92-1 + 7439-97-6	20,0 + 1,0	транслокаційний
21	Сірка	7704-34-9	160,0	загальносанітарний
22	Сірчана кислота (за S)	7664-93-9	160,0	загальносанітарний
23	Сірководень (за S)	7783-06-4	0,4	повітряно-міграційний
24	Суперфосфат (за P ₂ O ₅)		200,0	транслокаційний
25	Сурма	7440-36-0	4,5	водно-міграційний
26	Фуран-2-карбальдегід	39276-09-0	3,0	загальносанітарний
27	Хлорид калію (за K ₂ O)	7447-40-7	560,0	водно-міграційний
28	Хром шестивалентний	18540-29-9	0,05	загальносанітарний
29	Етаналь	75-07-0	10	повітряно-міграційний
30	Етенилбензол	100-42-5	0,1	повітряно-міграційний
31	Кадмій	8048-07-5	1,5 у чорноземі за рН ґрунту 6,7-7,0	загальносанітарний
32	Нафтопродукти ²		1000,0	загальносанітарний, фіто-токсичність
33	Метилтрет-бутиловий ефір (МТБЕ)	1634-04-4	0,05	міграційно-повітряний

Рухлива форма				
34	Кобальт ⁴	7440-48-4	5,0	загальносанітарний
35	Марганець, який вилучають 0,1 н Н ₂ SO ₄ :		700,0	
	Чорнозем			
	Дерново-підзолистий ґрунт:			
	pH 4,0		300,0	
	pH 5,1-6,0		400,0	
	pHз 6,0		500,0	
	Марганець, який вилучають ацетатно-амонійним буфером з pH 4,8:	7439-96-5		загальносанітарний
	Чорнозем		140,0	
	Дерново-підзолистий:			
	pH 4,0		60,0	
	pH 5,1-6,0		80,0	
	pHз 6,0		100,0	
36	Мідь ⁵	7440-50-8	3,0	загальносанітарний
37	Нікель ^{5**}	7440-02-0	4,0	
38	Свинець ^{5*}	7439-92-1	6,0	загальносанітарний
39	Фтор ⁶	16984-48-8	2,8	транслокаційний
40	Хром тривалентний ⁵	16065-83-1	6,0	загальносанітарний
41	Цинк ^{5*}	7440-66-6	23,0	транслокаційний
Водорозчинна форма				
42	Фтор	16984-48-8	10,0	транслокаційний

Додаток В Гігієнічні регламенти хімічних та біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць

Таблиця В.1 Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць [3]

№ з/п	Найменування речовини	CAS N	Гранично допустима концентрація, мг/м ³		Клас небезпеки
			максимально разова	середньодобова	
1	2	3	4	5	6
1.	Азоту діоксид	10102-44-0	0,2	0,04	3
2.	Азоту оксид	11104-93-1	0,4	0,06	3
3.	Азоту трифторид	7783-54-2	0,4	0,2	3
4.	Акрилонітрил	107-13-1	-	0,03	2
5.	Акролеїн	107-02-8	0,03	0,03	2
6.	Аліл хлористий	107-05-1	0,07	0,01	2
7.	Аліловий ефір оцтової кислоти (алілацетат)	591-87-7	0,4	-	3
8.	Алкілдиметиламіни C ₁₇ - C ₂₀		0,01	-	3
9.	Алкілсульфат натрію	68955-19-1	0,01	-	4
10.	Альдегід бензойний (бензальдегід)	100-52-7	0,04	-	3
11.	Альдегід валеріановий	110-62-3	0,03	-	4
12.	Альдегід енантовий	111-71-7	0,01	-	3
13.	Альдегід ізомасляний (2-метилпропаналь)	78-84-2	0,01	-	4
14.	Альдегід каприловий	124-13-0	0,02	-	2
15.	Альдегід каприновий	112-31-2	0,02	-	2
16.	Альдегід капроновий	66-25-1	0,02	-	2
17.	Альдегід кротоновий (β - метилакролеїн, 2-бутеналь, метилпропеналь)	123-73-9	0,005	0,001	1

18.	Альдегід масляний	123-72-8	0,015	0,015	3
19.	Альдегід пеларгоновий	124-19-6	0,02	-	2
20.	Альдегід пропіоновий (пропаналь)	123-38-6	0,01	-	3
21.	Альфа-3 (діюча речовина - дихлороцтовий кальцій)		3	0,3	4
22.	Алюмінію нітрат	13473-90-0	-	0,006	4
23.	Алюмінію оксид (в перерахунку на алюміній)	1344-28-1	-	0,01	2
24.	Алюмінію сульфат	10043-01-3	-	0,006	4
25.	Алюмінію хлорид	7446-70-0	-	0,006	4
26.	Амбуш (3-феноксibenзол /±/цис,транс-3/2,2-диметил-3/2,2-дихлорвініл/циклопропанкарбоксилат)	52645-53-1	0,05	0,02	3
27.	Аміак	7664-41-7	0,2	0,04	4
28.	Аміл бромистий (1-бромпентан)	110-53-2	0,03	0,01	2
29.	n-Амілацетат	628-63-7	0,1	0,1	4
30.	Амілени (суміш ізомерів)	109-67-1	1,5	1,5	4
31.	Аміни аліфатичні C ₁₅ - C ₂₀		0,003	0,003	2
32.	5,6 Аміно-(2-параамінофеніл) бензімідазол	7621-86-5	-	0,01	3
33.	2-Аміно-1,3,5 - триметилбензол (мезидін)	88-05-1	0,003	0,003	2
34.	Амінтриацетонамін	36768-62-4	0,05	0,02	3
35.	Амонію нітрат (аміачна селітра)	6484-52-2	-	0,3	4
36.	Амонію персульфат	7727-54-	0,06	0,03	3

		0			
37.	Амонію сульфат	7783-20-2	0,2	0,1	3
38.	Амофос (суміш моно- і діамоній фосфату з домішкою сульфату амонію)	12735-97-6	2	0,2	4
39.	Ангідрид вольфрамовий	1314-35-8	-	0,15	3
40.	Ангідрид малеїновий (пара, аерозоль)	108-31-6	0,2	0,05	2
41.	Ангідрид оцтовий	108-24-7	0,1	0,03	3
42.	Ангідрид сірчистий	7446-09-5	0,5	0,05	3
43.	Ангідрид фосфорний	1314-56-3	0,15	0,05	2
44.	Ангідрид фталевий (пара, аерозоль)	85-44-9	0,1	0,1	2
45.	Ангіолін (аерозоль)	1191093-84-1	0,5	-	4
46.	Анілін	62-53-3	0,05	0,03	2
47.	Арилокс-100	24938-67-8	0,5	0,15	4
48.	Арилокс-200	24938-67-8	0,5	0,15	4
49.	Ацетальдегід	75-07-0	0,01	0,01	3
50.	п-Ацетамінофенол (парацетамол)	103-90-2	-	0,04	4
51.	Ацетон	67-64-1	0,35	0,35	4
52.	Ацетофенон	98-86-2	0,003	0,003	3
53.	Бактеріальний інсектицидний препарат (БІП) (діюча основа - спорово-кристалічний комплекс бацилус туренгієнзис, варіант кауказикус)	513-77-9	-	$1,5 \times 10^5$ мікробних тїл/м ³ (0,005 мг/м ³)	2
54.	Барій вуглекислий (у перерахунку на барій)	513-77-9	-	0,004	1

55.	Бенз(а)пірен	50-32-8	-	0,1 мкг/ 100 м ⁻³	1
56.	Бензилацетат	140-11-4	0,01	-	4
57.	Бензин (нафтовий, малосірчистий - у перерахунку на вуглець)	8032-32-4	5	1,5	4
58.	Бензин сланцевий (у перерахунку на вуглець)		0,05	0,05	4
59.	Бензинова фракція легкої смоли високошвидкісного піролізу бурого вугілля (у перерахунку на сумарний органічний вуглець)		0,25	-	2
60.	Бензол	71-43-2	1,5	0,1	2
61.	Бензолсульфоокислоти метиловий ефір	80-18-2	0,01	-	4
62.	Бензолхлорсульфаміду натрієва сіль (хлорамін Б)	127-52-6	0,03	-	3
63.	2-Бензотіазолілсульфенморфолід (сульфенамід М)	102-77-2	0,1	0,02	3
64.	Бензотрифторид	98-08-8	0,3	-	4
65.	Білок пилу білково-вітамінного концентрату (БВК)		-	0,001	2
66.	Біоресметрин	28434-01-7	0,09	0,04	3
67.	Бітоксикацилін (діюча основа - спорово-кристалічний комплекс бацилус туренгієнзис, варіант кауказикус)	68038-71-1	-	4,5 x 10 ⁴ мікробних тіл/м ⁻³ (0,0015 мг/м ⁻³)	2
68.	Борат кальцію	13701-61-6	-	0,02	3
69.	Бром	7726-45-6	-	0,04	2
70.	о-Броманізол	578-57-4	1	-	4

71.	Бромбензол	108-86-1	-	0,03	2
72.	1-Бромнафталін	90-11-9	-	0,004	2
73.	м-Бромфенол	591-20-8	0,08	0,03	3
74.	о-Бромфенол	95-56-7	0,13	0,03	2
75.	п-Бромфенол	106-41-2	0,13	0,03	2
76.	1,3-Бутадієн (дивініл)	106-99-0	3	1	4
77.	Бутан	106-97-8	200	-	4
78.	Бутил бромистий (1-бромбутан)	109-65-9	0,03	0,01	2
79.	Бутил хлористий	109-69-3	0,07	-	1
80.	Бутилацетат	123-86-4	0,1	0,1	4
81.	Бутилен	106-98-9	3	3	4
82.	Бутилметакрилат	97-88-1	0,04	0,01	2
83.	Бутиловий ефір акрилової кислоти (бутилакрилат)	141-32-2	0,0075	-	2
84.	2-Бутилтіобензотіазол (бутилкаптакс)	2314-17-2	0,015	-	3
85.	Ванадію п'ятиоксид	1314-62-1	-	0,002	1
86.	Вінілацетат	108-05-4	0,15	0,15	3
87.	Вісмуту оксид	7440-69-9	-	0,05	3
88.	Водень бромистий	10035-10-6	1	0,1	3
89.	Водень миш'яковистий	7784-42-1	-	0,002	2
90.	Водень фосфористий	3803-51-2	0,01	0,001	2
91.	Водень хлористий (соляна кислота) за молекулою HCl	7647-01-0	0,2	0,2	2
92.	Водень ціанистий (синильна кислота)	74-90-8	-	0,01	2
93.	Вольфрамат натрію (у перерахунку на вольфрам)	10213-10-2	-	0,1	3

94.	Вугільна зола теплоелектро-станцій (з вмістом оксиду кальцію 35-40 %, дисперсністю до 3 мкм не менше 97 %)		0,05	0,02	2
95.	Вуглеводні насичені C ₁₂ - C ₁₉ (розчинник РПК-26511 та ін.) у перерахунку на сумарний органічний вуглець		1	-	4
96.	Вуглець чотирьоххлористий	56-23-5	4	0,7	2
97.	Вуглецю оксид	630-08-0	5	3	4
98.	Гаприн (за специфічним білком)		-	0,0002	2
99.	Гексаметилендіамін	124-09-4	0,001	0,001	2
100.	Гексаметилендіамінадипінат (сіль АГ)	94289-34-6	0,07	0,07	3
101.	Гексаметиленімін	111-49-9	0,1	0,02	2
102.	Гексаметиленімін м-нітробензоат (інгібітор корозії Г-2)	7270-73-7	0,02	-	3
103.	Гексан	110-54-3	60	-	4
104.	Гексатіурам (50 % тіурам, 30 % гексахлорбензол, 20 % наповнювач)	61512-80-9	0,05	0,01	3
105.	Гексафторбензол	392-56-3	0,8	0,1	2
106.	1,2,3,4,7,7-Гексахлорбіцикло (2,2,1)-гептен-2,5,6-біс (оксиметил) сульфід (тіодан)	115-29-7	0,017	0,0017	2
107.	Гексахлоретан	67-72-1	-	0,05	3
108.	Гексахлорциклогексан (гексахлоран)	608-73-1	0,03	0,03	1
109.	Гексен	592-41-6	0,4	0,085	3
110.	Гексил бромистий (1-бромгексан)	11-25-1	0,03	0,01	2
111.	Гексиловий ефір оцтової кислоти (гексилацетат)	142-92-7	0,1	-	4

112.	Гептен	592-76-7	0,35	0,065	3
113.	Гептил бромистий (1-бромгептан)	629-04-9	0,03	0,01	2
114.	Германій діоксид (у перерахунку на германій)	1310-53-8	-	0,04	3
115.	2-(2'-Гідрокси-5'-метилфеніл) бензтриазол (беназол П, тінувін)	2440-22-4	-	0,2	4
116.	Гідроперекис ізопропілбензолу (гідроперекис кумолу)	80-15-9	0,007	0,007	2
117.	Гіпертрил (аерозоль)		0,1	-	3
118.	Данітол	39515-41-8	0,01	0,005	2
119.	Дендробацилін		-	3 x 10 ⁴ мікробних тіл/м ⁻³	2
120.	Децил бромистий (1-бромдекан)	112-29-8	0,03	0,01	2
121.	Дибенз(а, h)антрацен	53-70-3	-	5 нг/м ⁻³	1
122.	2,2-Дибензотіазолілдисульфід (альтакс)	120-78-5	0,08	0,03	3
123.	n-Дибромбензол	106-37-6	0,2	-	2
124.	1,2-Дибромпропан	78-75-1	0,04	0,01	3
125.	1,2-Дибромпропанол	96-13-9	0,003	0,001	2
126.	2,4-Дибромтолуол	31543-75-6	0,4	0,1	2
127.	Дивінілбензол технічний (суміш дивінілбензолу з етилстиролом) за етилстиролом	1321-74-0	0,01	-	4
128.	β -Дигідрогептахлор (ділор)	4168-01-05	0,01	0,005	2
129.	1,1-Дигідроперфторгептиловий ефір акрилової кислоти	559-11-5	0,5	-	3
130.	Дикетен	674-82-8	0,007	-	2
131.	Ди-п-ксилілен	1633-22-	0,6	0,3	3

		3			
132.	1,3-Ди-(2,4-ксиліміно)-2-метил-2-азопропан (мітак)	33089-61-1	0,1	0,01	3
133.	Диметиладипінат	627-93-0	0,1	-	4
134.	Диметиламін	124-40-3	0,005	0,005	2
135.	Диметиламінобензоли (диметиланіліни, ксилідіни - суміш мета-, орто- і пара- ізомерів)	1330-73-8	0,04	0,02	2
136.	Диметиланілін	121-69-7	0,0055	0,0055	2

Навчальне видання

**НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА
ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ**

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт

Укладачі:

КОЛЯДА Ольга Василівна

ЧАЛАЯ Ольга Сергіївна

ГОЛОВАНЬ Лариса Володимирівна

ЧУПРИНА Юлія Юріївна

БУЗІНА Ірина Миколаївна

Підписано до друку 15.06.2023 р.
Формат 60 x 84 1/16. Гарнітура Garamond. Умовн. друк. арк. – 4,6.

Наклад – 100 прим.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44