

Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет хімії та екології
Кафедра екології та охорони навколишнього середовища

Музиченко О.С.

Екологічна токсикологія

Методичні рекомендації до практичних робіт

Луцьк-2024

УДК 502:615.9(07)

М 89

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Волинського національного університету імені Лесі Українки (протокол №7 від 27 березня 2024 р.).

Рецензенти:

Мерленко І.М. кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрономії Луцького національного технічного університету;

Лавринюк З.В. кандидат хімічних наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Волинського національного університету імені Лесі Українки.

Музиченко О.С.

М 89 Екологічна токсикологія. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з освітнього компоненту «Екологічна токсикологія» спеціальності «Екологія». Луцьк Вежа-Друк, 2024. 35 с.

В методичних рекомендаціях подані завдання з визначення токсикодинамічних і токсикокінетичних особливостей окремих груп ксенобіотиків, оцінки ризику при впливі токсикантів для здоров'я людини та довкілля.

Науково-методичне видання рекомендоване здобувачів освіти спеціальності «Екологія».

© Музиченко О.С., 2024

©Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2024

ЗМІСТ

Передмова	4
Практична робота №1 Класифікація та характеристика основних груп екотоксикантів.....	5
Практична робота №2 Визначення кумулятивних властивостей токсичних речовин.....	8
Практична робота №3 Сильнодіючі отруйні речовини і осередки зараження.....	11
Практична робота №4 Дослідження запиленості повітряного середовища робочої зони.....	15
Практична робота №5 Гігієнічна оцінка сумарного добового надходження (СДН) важких металів до організму в умовах промислових міст.....	19
Практична робота №6 Розрахунок викидів оксиду вуглецю, вуглеводнів, оксидів азоту і сірки, сажі в атмосферу автотранспортними засобами.....	23
Практична робота №7 Класифікація пестицидів та їх вплив на організм людини.....	28

ПЕРЕДМОВА

Екологічна токсикологія – це комплексний науковий напрям, який базується на основних принципах і підходах таких наук як екологія, біогеохімія, відповідні розділи медицини, хімії та ін., об'єктом вивчення якого є біологічні системи різного рівня складності: від організму до екосистеми, які зазнають техногенного забруднення хімічними сполуками, кількість яких неухильно зростає. Екологічна токсикологія має прикладний характер, оскільки стан природних екосистем, що зазнають хімічного забруднення, є важливим аргументом в процесі прийняття конкретних природоохоронних рішень.

Освітній компонент «Екологічна токсикологія» забезпечує вивчення біологічних систем різного рівня організації, які зазнають впливу антропогенного впливу. Токсичні ефекти молекулярно-генетичного, молекулярно-тканинного і онтогенетичного рівнів, які реалізуються в живих організмах через різноманітні фізіологічні, біохімічні, функціональні порушення, розглядаються в екологічній токсикології як первинні токсичні ефекти, що призводять до порушення популяційних механізмів.

Методичні рекомендації для проведення практичних занять з вивчення освітнього компонента «Екологічна токсикологія» складено відповідно до освітньо-професійної програми другого (магістерського) рівня підготовки здобувачів освіти за спеціальністю «Екологія».

На практичних заняттях здійснюється детальний розгляд здобувачами освіти окремих теоретичних положень, а також формуються вміння і навички їх практичного застосування шляхом індивідуального виконання здобувачем відповідно сформульованих завдань.

В методичних рекомендаціях подані завдання по визначенню екологічної безпеки і критеріїв шкідливого впливу окремих груп токсикантів на об'єкти довкілля; розрахунок кількісного вмісту токсикантів в навколишньому середовищі та їх впливу на екосистеми.

Практична робота №1

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ ГРУП ЕКОТОКСИКАНТІВ

Мета роботи: ознайомитись з головними представниками ксенобіотиків та їх характерними ознаками, надати токсикологічну оцінку найпоширенішим у навколишнім середовищі токсикантам.

Найважливішою характеристикою хімічних речовин з позиції екологічної токсикології є їх екотоксична небезпека – потенційна здатність в конкретних умовах викликати ушкодження біологічних систем при потрапленні в навколишнє середовище.

Токсикометрія (грец. *toxicon* – отрута + *metreo* – виміряю) – це сукупність методів і прийомів досліджень для кількісної оцінки токсичності й небезпеки шкідливих речовин.

Токсикант – це окремий чи комплексний чинник з притаманними лише йому фізичними, хімічними, фізико-хімічними та медико-біологічними властивостями, який здатний викликати патологічні зміни при попаданні в окремий організм (аж до розвитку незворотних уражень органів та систем) та порушення функціонування екологічних систем в цілому.

Теоретично не існує речовин, позбавлених токсичності. У певних умовах обов'язково виявляється біологічний об'єкт, який реагує на дію хімічної речовини в окремих дозах пошкодженням, порушенням функцій або взагалі загибеллю.

Екологічна токсикологія – наука, яка структурно вивчає шляхи надходження та міграцію токсикантів у довкіллі, закономірності їх впливу на світ живої природи, а також визначає характер змін у живих організмах на екосистемному рівні.

Об'єкт дослідження екологічної токсикології – **екотоксикант**, який реалізує свою дію на навколишнє природне середовище через вплив на різні таксономічні групи живих організмів.

Суперекотоксиканти – хімічні сполуки, які навіть в невеликій кількості володіють високою персистентністю і кумуляцією; можуть спричиняти мутагенну, тератогенну і канцерогенну дію на живі організми.

Часто в екотоксикології використовують термін *ксенобіотик* (від грец. «іноземець») – чужорідна для біосфери хімічна речовина, що природно не синтезується і не може асимілюватись організмами, внаслідок чого не бере участь у природному кругообігу речовин, а тому вільно накопичується у компонентах довкілля (пластмаси, препарати побутової хімії, промислові забруднювачі, лікарські засоби, пестициди тощо).

Сукупність чужорідних речовин, які містяться у навколишньому середовищі (воді, ґрунтах, повітрі та живих організмах) у формі (агрегатному 5 стані), що дозволяє їм активно вступати в хімічні і фізико-хімічні взаємодії із

біологічними об'єктами екосистем, складають *ксенобіотичний профіль біогеоценозу*.

Екотоксиканти можуть спричиняти пряму (токсичну) або непряму (опосередковану) дію на живі організми. Під *прямою* дією розуміють безпосереднє ураження організмів певної (або декількох) популяцій екотоксикантами (або їх сукупністю) відповідного ксенобіотичного профілю середовища. *Опосередкована дія* токсикантів проявляється, зазвичай, внаслідок дії ксенобіотичного профілю на біотичні або абіотичні елементи, коли умови і ресурси середовища перестають бути оптимальними для існування популяції.

Слід зазначити, що більшість токсикантів здатні спричиняти одночасно як пряму, так і опосередковану дію. В такому випадку їх характеризують як токсиканти *змішаної дії*.

При інтоксикації організму виділяють періоди: (1) контакту з речовиною, (2) прихований, (3) загострення і (4) період одужання.

Залежно від тривалості взаємодії хімічної речовини і організму інтоксикації можуть бути гострими і хронічними. *Гострою* називається інтоксикація, що розвивається в результаті одноразової або повторної дії речовини протягом обмеженого періоду часу (зазвичай не більше доби). Гострі отруєння характеризуються: надходженням в організм отрути в порівняно великих кількостях (при аваріях, помилковому прийомі всередину, розбризкуванні тощо); яскравими клінічними проявами безпосередньо в момент надходження або через невеликий (звичайно не більше декількох годин) прихований (латентний) період. *Хронічні* отруєння виникають поступово, при тривалій дії отруту, проникають в організм у відносно невеликих кількостях, малими дозами через деякі проміжки часу або хаотично.

На даний час відомо тисячі хімічних речовин, які можна класифікувати за наступними принципами:

1. *Походження*: (а) токсиканти природного походження: *біологічні* (бактеріальні токсини, рослинні отрути, отрути тваринного походження); *неорганічні* сполуки (метали у складі руд та мінералів; оксиди сірки, галогени, сірководень при вулканічній активності, монооксид і діоксид вуглецю, оксиди сірки і азоту, сажа – при лісових пожежах); *органічні* сполуки *небіологічного* походження (пірен, бенз(а)пірен та ін., джерелами яких є поклади вугілля, нафти, вулканічна діяльність); (б) синтетичні токсиканти (пестициди, діоксини).

2. *Спосіб використання людиною*: інгредієнти хімічного синтезу та спеціальних видів виробництв; пестициди; ліки і косметика; харчові добавки; палива і мастила; розчинники, барвники, клеї; побічні продукти хімічного синтезу, домішки і відходи.

3. *Умови впливу*: забруднювачі навколишнього середовища (повітря, води, ґрунту, харчових продуктів); професійні (виробничі) токсиканти; побутові токсиканти; шкідливі звички й уподобання (тютюн, алкоголь, наркотичні засоби); уражаючі фактори (аварійного та катастрофічного походження, бойові отруйні речовини).

4. *Агрегатний стан*: рідкі, газоподібні, тверді.

5. *Хімічний склад*: оксиди, кислоти, луги, солі, важкі метали, органічні речовини (альдегіди, спирти, нітрозосполуки).

6. *Дисперсний стан*: молекулярно-іонні, колоїдні, грубодисперсні (суспензії, емульсії, аерозолі).

7. *Рівень токсичності* (згідно з європейською класифікацією): практично не токсичні, злегка токсичні (етанол), мало токсичні (хлорид натрію), сильно токсичні (фенобарбітал), надзвичайно токсичні (пікротоксин), супертоксичні (діоксин).

8. *Прояв дії*: фізіологічні, психо-фізіологічні, цитогенетичні, мутагенні, тератогенні, канцерогенні та ін.

9. *Характер впливу*: психотропної дії (наркотики: кокаїн, опій), бойові отруючі речовини (зарин, зоман); нервово-паралітичної дії (карбофос, зарин); шкірно-резорбтивної дії (дихлоретан, ртуть, миш'як); загально-токсичної дії (ціаністий водень, алкоголь і його сурогати); задушливої дії (оксиди азоту, фосген); сльозоточивої та дратівної дії (хлорпікрин, бойові отруйні речовини, пари сильних кислот і лугів).

10. *Ознаки «вибіркової токсичності»*: серцеві токсиканти – викликають порушення серцевого ритму і ураження серцевого м'яза (серцеві глікозиди, солі барію, калію); нервові токсиканти – викликають психічні порушення, паралічі, кому (наркотики, фосфорорганічні сполуки, алкоголь); печінкові отрути – викликають ураження печінки (отруйні гриби, феноли); ниркові отрути – викликають ураження нирок (сполуки важких металів, щавлева кислота); кров'яні отрути – викликають руйнування еритроцитів, змінюють властивість гемоглобіну зв'язуватися з киснем крові (нітрити, миш'яковистий водень); шлунково-кишкові отрути – вражають різні відділи шлунково-кишкового тракту (сполуки важких металів, сильні кислоти і луги); легеневі отрути – вражають легені, викликають їх набряк (оксиди азоту).

Завдання.

Описати хімічні речовини за варіантом (табл. 1), відповідно до запропонованих ознак:

1. назва;
2. хімічна формула;
3. фізико-хімічні властивості;
4. джерела потрапляння у навколишнє середовище;
5. використання в господарській діяльності (промисловості, побуті, сільському господарстві);
6. шляхи потрапляння в організм людини;
7. механізми токсичної дії на тварин та людину (на які органи, тканини або процеси в організмі діє; критичні органи чи системи; наявність прояву специфічної дії: мутагенність, канцерогенність, тератогенність тощо);
8. прояви гострого отруєння;
9. ознаки хронічного отруєння;
10. нормування (ГДК, ОБРВ в об'єктах довкілля);
11. клас небезпеки;

12. заходи безпеки.

Таблиця 1

Вихідні дані

Варіант	Речовини		Варіант	Речовини	
1	Бенз(а)пірен	Хром	11	Залізо	Синильна кислота
2	Радон	Ртуть	12	Діоксид азоту	Іприт
3	Мідь	Нікель	13	Алюміній	Фосген
4	ДДТ пестицид	Свинець	14	Олово	Вінілхлорид
5	Ацетон	Миш'як	15	Метан	Барій
6	Кобальт	Аміак	16	Йод	Хлороформ
7	Цинк	Хлорофос	17	Фосфор	Чадний газ
8	Діоксин	Фтор	18	Сірководень	Бензол
9	Метиловий спирт	Діоксид сірки	19	Чадний газ	Ацетилен
10	Кадмій	Хлор	20	Нітрат натрію	Хлорацето-фенон

Контрольні питання.

1. Чим відрізняються поняття «токсикант», «екотоксикант», «8верх кумуля», «суперекотоксикант»?
2. Дайте визначення екотоксикантів прямої, непрямой та змішаної дії. Наведіть приклади.
3. Охарактеризуйте види інтоксикації організму.
4. Наведіть найпоширеніші ознаки, за якими класифікують токсиканти.

Практична робота №2**ВИЗНАЧЕННЯ КУМУЛЯТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОКСИЧНИХ РЕЧОВИН**

Мета роботи: Оцінити кумулятивні властивості хімічної речовини, за величиною коефіцієнта кумуляції. Охарактеризувати отруйні властивості хімічної речовини за величиною індексу кумуляції.

Одним з провідних факторів, що обумовлюють розвиток хронічного отруєння, є процес кумуляції (накопичення, біоаккумуляції, депонування) в організмі самої отрути або викликаних нею змін.

Кумуляція може мати місце при комплексоутворенні шкідливої речовини і міцному зв'язуванні її в певному місці організму. Так, наприклад, накопичення радіоактивного стронцію в кістках, йоду в щитовидній залозі, важких металів у нирках, накопичення деяких хлорорганічних інсектицидів в жировій тканині і

т.п.

Вивчення кумулятивної дії перш за все необхідно при вирішенні завдань з охорони навколишнього середовища, оскільки часто виникають ситуації, коли надзвичайно незначні кількості речовин діють протягом тривалого часу (а іноді протягом життя одного або декількох поколінь) шляхом накопичення або концентрації в трофічних ланцюгах живлення.

Особливо важливо питання оцінки кумулятивних властивостей для промислової токсикології, тому ступінь кумуляції враховується при переході від експериментальних даних, отриманих в «хронічному» досліді, до гранично допустимих концентрацій (чим вище кумулятивні властивості отрути, тим нижче гранично допустима концентрація, що попереджає хронічне отруєння).

Кількісна оцінка кумулятивних властивостей шкідливих речовин здійснюється за величиною коефіцієнта кумуляції та індексу кумуляції.

Коефіцієнт кумуляції (Кк) – відношення сумарної дози отрути, що викликає певний ефект (частіше смертельний) у 50% піддослідних тварин при багаторазовому добовому введенні, до величини дози, що викликає той же ефект при одноразовому впливі:

$$K_k = \sum DL_{50} / DL_{50}$$

Залежно від частоти повторних дослідів і величини повторної дози ефект, зазвичай, може бути різним.

Ступінь кумуляції (Ск) – величина, зворотна інтенсивності кумуляції: чим вона менше, тим кумуляція більше.

$$C_k = \frac{1}{K_k} \times 100\%$$

Ступінь кумулятивних властивостей шкідливої речовини характеризує реальну небезпеку хронічної інтоксикації, тому коефіцієнт кумуляції повинен враховуватися при гігієнічній регламентації шкідливих речовин в повітрі робочої зони.

Для порівняльної оцінки здатності отрут до кумуляції за величиною K_k та C_k запропонована відповідна класифікація (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація токсикантів за здатністю до кумуляції

Класифікація кумулятивної дії	Границі K_k	Границі C_k , %
Зверхкумуляція	<1	>100
Виражена кумуляція	1 – 3	100 – 46
Середня кумуляція	3 – 5	45 – 20
Слабка кумуляція	>5	<20

Таким чином, чим більше числове значення K_k наближається до одиниці, тим більш вираженою є кумулятивна дія речовини. При $K_k >5$ кумуляція практично не проявляється.

Про кумулятивні властивості можна також судити лише за результатами гострого досліді, використовуючи індекс кумуляції I_k :

$$I_k = 1 - \frac{DL_{50(1)}}{DL_{50(14)}}$$

де $DL_{50(1)}$ – доза, розрахована за результатами загибелі тварин в перший день досліду; $DL_{50(14)}$ – те ж протягом 14 днів.

Якщо величини $DL_{50(1)}$ і $DL_{50(14)}$ збігаються, тобто всі піддослідні тварини гинуть в перший же день, то індекс кумуляції дорівнює нулю і речовина не 10верх кумуля в організмі. При пізній загибелі тварин він наближається до одиниці, що свідчить про прояв кумулятивних властивостей шкідливої речовини. Наприклад, фосфорорганічні пестициди викликають загибель тварин протягом першої години, тому вони мало кумулятивні, а хлорорганічні пестициди викликають загибель протягом двох-трьох діб і пізніше – такі препарати володіють досить високими кумулятивними властивостями.

Приклад визначення кумулятивних властивостей хімічних речовин.

Визначте кумулятивні властивості промислової отрути, якщо загибель 50% тварин спостерігалася при наступних умовах: протягом першої доби при введенні одноразово 48 мг/кг та при 3-х кратному введенні 1/10 DL_{50} ; а також при надходженні отрути протягом 12 днів у кількості 17 мг/кг.

Розв'язання.

1. Розраховуємо сумарну дозу при повторних введеннях хімічної речовини:

$$\sum DL_{50} = 3 \frac{1}{10} DL_{50} = 3 \frac{48}{10} = 14,4 \text{ мг}$$

2. Знаходимо коефіцієнт кумуляції K_k та ступінь кумуляції C_k :

$$K_k = \frac{\sum DL_{50}}{DL_{50}} = \frac{14,8}{48} = 0,3$$

$$C_k = \frac{1}{0,3} \times 100\% = 3,3 \times 100\% = 333\%$$

3. Знаходимо індекс кумуляції I_k :

$$I_k = 1 - (17/48) = 0,65$$

Висновок: дана промислова отрута відноситься до високо кумулятивних речовин (табл. 1), від яких загибель тварин розтягнута в часі.

Завдання.

1. Розрахувати коефіцієнт, ступінь та індекс кумуляції для хімічної речовини, згідно варіанту.

2. Оцінити кумулятивні властивості хімічної речовини за величиною **коефіцієнта** кумуляції (табл. 1).

3. Охарактеризувати отруйні властивості хімічної речовини за величиною індексу кумуляції.

Вихідні дані

Варіант	Одноразова доза, мг/кг	Кратність введення отрути/доза введення, мг/кг	Тривалість надходження отрути, діб	Кількість отрути, мг/кг
1	34	3 / 1/8	10	14
2	53	4 / 1/5	12	15
3	42	6 / 1/14	8	12
4	57	4 / 1/6	7	15
5	78	4 / 1/9	9	20
6	61	5 / 1/7	11	16
7	69	3 / 1/6	8	7
8	81	5 / 1/10	9	11
9	49	3 / 1/8	10	14
10	44	2 / 1/5	7	13

Контрольні запитання.

1. Охарактеризуйте поняття кумуляції хімічних речовин.
2. В чому полягають особливості функціональної кумуляції?
3. Опишіть закономірності концентрування токсикантів у трофічних ланцюгах.
4. Які показники використовують для кількісної оцінки кумулятивних властивостей шкідливих речовин?
5. Як характеризуються токсиканти за здатністю до кумуляції?

Практична робота №3**СИЛЬНОДІЮЧІ ОТРУЙНІ РЕЧОВИНИ І ОСЕРЕДКИ ЗАРАЖЕННЯ**

Мета роботи: Ознайомитися з класифікацією та характеристикою СДОР. Охарактеризувати отруйні властивості хімічної речовини за величиною показника токсичності.

Сьогодні в народному господарстві України використовуються десятки тисяч різних хімічних сполук, причому щорічно ця кількість збільшується на 200-1000 нових речовин.

Сильнодіючі отруйні речовини (СДОР) – це токсичні хімічні сполуки котрі використовуються у народному господарстві, вилив або викид яких в довкілля може призвести до зараження його з небезпечними концентраціями для здоров'я або життя людей. До об'єктів, які виробляють, використовують та зберігають СДОР, відносяться підприємства хімічної, нафтопереробної, нафтохімічної промисловості; підприємства, що мають холодильні установки, в котрих у якості холодоагенту використовується аміак (підприємства харчової,

м'ясопереробної промисловості, холодильники і продовольчі бази); водопровідні та очисні споруди на котрих застосовується хлор: залізничні станції та магістралі; склади і бази з запасами отрутохімікатів або інших речовин для дезінфекції.

Об'єкти народного господарства, на котрих можуть виникнути масові ураженні сильнодіючими отруйними речовинами людей, тварин, рослин називаються *хімічно небезпечними об'єктами* (ХНО).

СДОР при аваріях на ХНО мають наступні характеристики:

а) об'ємність дії, яка полягає в тому, що заражається не тільки територія в районі аварії, але і приземний повітряний простір;

б) здатність багатьох сполук проникати в організм через непошкоджені шкірні покриви, що зумовлює необхідність роботи медперсоналу в засобах захисту шкіри;

в) властивість викликати ураження на протязі певного, іноді досить тривалого, часу (дні, місяці).

У мирний час спричинити викид СДОР в довкілля можуть виробничі аварії, стихійні лиха, пожежі. При цьому виникають зони хімічного зараження, площа котрих може досягати декілька квадратних кілометрів. Адміністративно-територіальна одиниця більше 10% населення котрої може опинитися в зоні можливого хімічного зараження сильнодіючими отруйними речовинами при аваріях на ХНО, називається *хімічно небезпечною адміністративно-територіальною одиницею*.

Під масовими ураженнями розуміють, якщо в зону можливого хімічного зараження (МХЗ) у результаті викиду СДОР попадає:

- на об'єкті – виробнича ділянка (цех);
- в місті – квартал;
- у замиській зоні – селище або сільський населений пункт.

За ступенем токсичності при інгаляційному (через органи дихання) і пероральному (через шлунково-кишковий тракт) шляхах попадання в організм хімічні речовини поділяються на шість груп:

1. речовини задушливої дії: (хлор, фосген, хлорид сірки, хлорпикрин);
2. речовини загальноотруйної дії: (ціанистий водень, чадний газ);
3. речовини задушливої та загальноотруйної дії (нітратна кислота, сірчаний ангідрид, фтористий водень, амін);
4. нейротропні отрути (уражають клітини центральної нервової системній тетроетилсвінець, сірководень);
5. речовини задушливої та нейротропної дії (аміак, гептил);
6. метаболічні отрути (порушують обмін речовин у клітинах: дихлоретан, оксид етилену).

До *найнебезпечніших (надзвичайно і високо токсичних)* хімічних речовин належать:

- деякі сполуки металів (органічні і неорганічні похідні миш'яку, ртуті, кадмію, свинцю, талію, цинку та інших);
- карбоніли металів (тетракарбоніл нікелю, пентакарбоніл заліза та інші);

- речовини, що мають ціанисту групу (синильна кислота та її солі, нітроти, органічні ізоціанати);
- сполуки фосфору (фосфорорганічні сполуки, хлорид фосфору, фосфін, фосфідин);
- фторорганічні сполуки (фтороцтова кислота та її ефіри, фторетанол та інші);
- хлоргідрони (етиленхлоргідрон, епіхлоргідрон);
- галогени (хлор, бром);
- інші сполуки (етиленоксид, метил бромід, фосген, інші).

До *сильно токсичних* хімічних речовин належать:

- мінеральні та органічні кислоти (сірчана, азотна, фосфорна, оцтова та інші);
- луги (аміак, натронне вапно, їдкий калій та інші);
- сполуки сірки (диметилсульфат, розчинні сульфідни, сірковуглець, розчинні тіоціанати, хлорид і фторид сірки);
- хлор- і бромзаміщені похідні вуглеводню (хлористий і бромистий метил);
- деякі спирти і альдегіди кислот;
- органічні і неорганічні нітро і аміносполуки (гідроксиламін, гідразин, анілін, толуїдин, нітробензол, динітрофенол);
- феноли, крезоли та їх похідні; гетероциклічні сполуки.

До *помірно токсичних, мало токсичних і практично нетоксичних* хімічних речовин, які не становлять собою хімічної небезпеки, належить вся основна маса хімічних сполук.

Особливу групу хімічно небезпечних речовин складають пестициди. Більшість з них дуже токсична для людини.

Основні шляхи надходження токсичної речовини в організм людини через органи дихання, шкіру, кров, а також з продуктами харчування.

Отруйні речовини, в котрих температура кипіння приблизно $+20^{\circ}\text{C}$, при розливі швидко випаровуються і рухаються за напрямком вітру, тому такі речовини в небезпечних концентраціях можуть виявлятися на далеких віддальх від місця викиду (аварії). Найбільшу безпеку для життя людей при виникненні хімічного осередку зараження представляють СДОР у вигляді рідини.

Осередком зараження, створеним СДОР, називають територію, що піддається дії отруйними речовинами, у результаті котрих виникла небезпека враження людей.

Основною характеристикою зони розповсюдження хімічного зараження є глибина розповсюдження зараженого СДОР повітря. Ця глибина залежить від концентрації СДОР і швидкості вітру; значне збільшення швидкості вітру (6–7 м/с і більше) сприяє більш швидкому розсіюванню хмари. Час дії хмари зараженого повітря практично дорівнює часу існування зараженої ділянки місцевості. Підвищення температури поверхні землі і повітря прискорює випаровування СДОР, а відповідно, збільшується і концентрація їх над зараженою місцевістю.

На глибину розповсюдження СДОР та величину їх концентрації в повітрі важливу роль відіграють вертикальні потоки повітря, їх напрямок характеризується ступенем вертикальної стійкості атмосфери. Прийнято розрізняти три ступені стійкості атмосфери: інверсію, ізотермію і конвекцію.

Інверсія в атмосфері – це підвищення температури повітря по мірі збільшення висоти. Вона перешкоджає розсіюванню повітря по висоті і створює найбільш сприятливі умови для збереження високих концентрацій парів СДОР.

Ізотермія характеризується стабільною рівновагою повітря. Вона типова для похмурої погоди, виникає у ранковий та вечірній час, забезпечує середні умови розповсюдження парів СДОР.

Конвекція в атмосфері – це вертикальні переміщення об'ємів повітря з одних висот на інші у результаті різномірності температурних режимів повітря. Вона створює несприятливі умови для розповсюдження парів СДОР, оскільки висхідні потоки повітря розсіюють заражену хмару.

Територія, що попала під дію СДОР, включає місце безпосереднього розливу, інакше *осередок хімічного зараження і зону хімічного зараження*, утворену в результаті розповсюдження парів.

Зону хімічного зараження розділяють на дві частини: зону зараження парами зі смертельною концентрацією, в межах котрої можливі масові ураження людей, і зону зараження парами з уразливими концентраціями, при котрих люди тимчасово втрачають працездатність.

Розміри осередку хімічного зараження залежать від кількості отруйної речовини, що поступає у приземний шар атмосфери за одиницю часу, її токсичності, швидкості вітру, в приземному шарі повітря, вертикальної стійкості атмосфери та рельєфу місцевості. Найбільшу небезпеку для життя людей при виникненні хімічного осередку зараження представляють СДОР у вигляді рідини.

Осередки ураження СДОР, в залежності від тривалості зараження місцевості та часу прояву уражаючої дії, розподіляються на 4 види.

1. Осередок ураження нестійкими швидкодіючими речовинами. Виникає за умови зараження синильною кислотою, акрилонітрилом, чадним газом тощо.

2. Осередок ураження нестійкими СДОР сповільненої дії (фосген, хлорпікрин, азотна кислота тощо).

3. Осередок ураження стійкими швидкодіючими речовинами (анілін, фурфурол, деякі ФОС).

4. Осередок ураження стійкими речовинами сповільненої дії (сірчана кислота, тетраетилсвінець тощо).

На швидкість знезараження місцевості впливає в першу чергу випаровування, проникнення в ґрунт і хімічний розклад СДОР. Швидкість випаровування СДОР залежить від таких факторів, як температура повітря, вид ґрунту, швидкість вітру і ступінь вертикальної стійкості повітря. Із збільшенням температури і швидкості вітру прискорюється випаровування СДОР. Опади зменшують стійкість СДОР. Так дощ сприяє проникненню СДОР у глибину ґрунту і прискорює їх хімічний розклад.

На стійкість осередку хімічного зараження впливає ряд специфічних чинників. Вітер тут відіграє меншу роль, ніж на відкритій місцевості. Потоки повітря, направлені від території до центру по магістральних вулицях, сприяють проникненню СДОР у всі двори та створюють підвищену небезпеку ураження населення. Стійкість СДОР в населених пунктах, більша, ніж на відкритій місцевості.

У виробничих будівлях, підвалах і комунікаційних мережах та колекторах об'єктів можуть створюватися відносно високі концентрації парів СДОР, при котрих токсична дія отруйних речовин може змінюватись.

Визначення показника *токсичності* хімічних речовин здійснюється за формулою:

$$T = \frac{C \cdot \text{Од} \cdot t}{g} \quad (1)$$

де, T – токсичність; C – концентрація токсиканта в повітрі, мг/м³; Од – об'єм дихання, л; t – термін (експозиція) дії, хв.; g – маса тіла тварини, г.

Завдання

1. Розрахувати показник токсичності за формулою 1 згідно варіанту в табл. 1.
2. Який зв'язок між показником токсичності та LD₅₀.

Таблиця 1

Вихідні дані

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
С, мг/м ³	1,0	5,0	15,0	25,0	40,0	65,0	85,0	100,0	115,0	150,0
Од, л	0,5	1,0	1,3	1,55	1,75	2,1	2,5	2,8	3,0	3,2
t, хв..	45	75	180	200	120	100	150	40	60	95
g, г	115	180	210	320	340	470	600	630	650	700

Контрольні запитання.

1. Що таке СДОР?
2. Класифікація СДОР.
3. Характеристика СДОР.
4. Види осередків ураження СДОР.
5. Класифікація промислових протигазів.

Практична робота №4

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПИЛЕНОСТІ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА РОБОЧОЇ ЗОНИ

Мета роботи: ознайомитись з основними методами контролю запиленості повітряного середовища в робочій зоні, вивчити методику проведення досліджень та виконати дослідження концентрації пилу в

повітряному середовищі, оцінити шкідливість забруднення повітряного середовища.

Пил – це поняття, яке визначає фізичний стан речовини, а саме: подрібненість його на найдрібніші частини, які будучи зважені у повітрі, являють собою дисперсну систему (аерозоль). Дисперсною фазою в цій системі є тверді частки, а дисперсним середовищем – повітря.

Пил – це один із виробничих факторів, який шкідливо впливає на здоров'я людини.

За способом утворення пил поділяють на аерозоль дезінтеграції та аерозоль конденсації. При дезінтеграції пил надходить у повітря внаслідок механічного роздрібнення твердих матеріалів. Це має місце, наприклад, при механічному роздрібненні твердих речовин (різанні, розмелюванні, подрібнюванні); при обробці поверхні матеріалу (шліфуванні, поліруванні, ворсуванні, зачистці, механічній обробці деталей на станках), при транспортуванні, перемішуванні, упаковці, розфасуванні матеріалів, а також при вибухах, при горінні палива, при гальванічних роботах і таке інше.

При конденсації пил утворюється внаслідок сублімації твердих речовин (електрозварювання, газорізання, плавлення металів і таке інше).

Шкідлива дія пилу залежить від цілого ряду фізичних та хімічних властивостей, форми та розміру пилу. Головне значення при цьому має концентрація пилу в повітрі, що вдихується. Найбільшу фіброгенну здатність мають аерозолі з розмірами часток пилу до 5 мкм. Важливе значення також має хімічний склад пилу, який великою мірою визначає ступінь професійної пилової патології. Потрібно також враховувати електричні властивості пилових часток, які впливають на процес осідання і затримання їх в легенях.

Навіть не отруйний пил при значних концентраціях негативно впливає на організм людини, викликає подразнення верхніх дихальних шляхів, шкіряних покривів, слизової оболонки. Пил викликає захворювання пилової етіології (пневмокониоз, пиловий бронхіт, кон'юнктивіт).

Пил небажаний і з суто технологічних причин (наприклад, при виробництві інтегральних схем, в оптичному виробництві, при використанні електроннообчислювальних машин та в інших випадках). Пил, що осідає на частини механізмів, що труться, прискорює їх зношення (спрацювання), а потрапляючи на обмотку електродвигунів викликає електрозамикання. При виконанні робіт високої точності пил може стати основною причиною браку виробу, а також призвести до вибухів і пожеж.

У зв'язку з цим боротьба з пилом має велике виробниче та і гігієнічне значення.

При проектуванні вентиляції у виробничих приміщеннях та при створенні нормальних санітарно-гігієнічних умов праці потрібно виявляти кількість пилу в повітряному середовищі робочої зони.

Існує велика кількість методів і засобів контролю запилювання повітря, але всі вони можуть бути зведені до двох груп:

1. Прямі методи, які ґрунтуються на попередньому осаджуванні пилових

часток (фільтраційні та інші методи) з наступним їх зважуванням.

2. Непрямі методи – механічний, вібраційно-частотний, радіаційний, метод інтегрального світлорозсіювання та інші, які забезпечують визначення вагової концентрації пилу на підставі вимірювання або перепаду тиску на фільтруючому матеріалі при проходженні через нього запиленого повітря, або частоти (амплітуди) вібрації, або струму зміщення, який виникає внаслідок тертя часток пилу об стінку корпуса первинного перетворювача, або інтенсивності проникаючої радіації через фільтр з пилом і таке інше.

Разом з тим при значній кількості методів вимірювання концентрації пилу в повітрі робочої зони для надійної гігієнічної оцінки запиленості повітря застосовується головним чином, прямий ваговий (гравіметричний) метод – відбір всього пилу, який знаходиться в зоні дихання, за допомогою різних аспіраторів на фільтри типу АФА ВП.

Ваговий метод вимірювання концентрації пилу полягає в тому, що запилене повітря певної кількості пропускається через фільтр, який затримує пил. Масу затриманого пилу визначають за різницею ваг фільтра до та після проходження через нього запиленого повітря. Концентрація пилу C розраховується за формулою:

$$C = \frac{M_2 - M_1}{Q} = \frac{\Delta M}{Q} \quad (1)$$

де M_1 M_2 , – вага чистого та фільтра з пилом відповідно, мг

Q – об'єм повітря, що проходить через фільтр, m^3 , за тривалість відбору проби.

У виробничих умовах пробу повітря беруть звичайно в зоні дихання працюючого (на висоті 1,5... 2,0 м від рівня підлоги). В одній точці беруть декілька проб. Рекомендується проводити відбір проби при проходженні повітря через фільтр при об'ємних витратах 0,00016... 0,0033 m^3/c . Тривалість відбору проби залежить від концентрації пилу в повітрі і може бути визначена за формулою:

$$\frac{M_{ул. max}}{Cn \cdot L} \geq \tau \geq \frac{M_{ул. min}}{Cn \cdot L} \quad (2)$$

де τ – тривалість відбору проби, с;

$M_{ул. min}$ – мінімальна наважка (1 мг) на фільтр, мг;

$M_{ул. max}$ – максимально допущена наважка (50 мг) на фільтр, мг;

Cn – передбачена або гранично допущена концентрація пилу, mg/m^3 ;

L – об'ємні витрати протягнутого повітря, m^3/c .

В санітарно-гігієнічній практиці ваговий метод є стандартним, і гранично допустима концентрація пилу виражається в мг на m^3 .

Частина технологічних процесів висуває великі вимоги до чистоти повітря. Так, при виготовленні інтегральних схем в робочій зоні виробничого приміщення повинно бути не більше як 2-3 частки пилу діаметром 0,5-0,7 мкм на один літр повітря. Контроль чистоти повітря при малих концентраціях пилу здійснюють лічильним методом з використанням фотоелектричного аналізатора типу АЗ-2м, який забезпечує вимір аерозольних часток від 1 до 25000 в одному літрі повітря діаметром від 0,3 до 1,0 мкм.

Використовується також автоматичний аналізатор мікрочасток СМФ-5, який виконаний в п'ятиканальному варіанті і дозволяє вимірювати одноразово 5 часток пилу різних розмірів.

Методика визначення запилення повітря ваговим методом

Обчислити об'єм повітря, протягнутого через фільтр, за формулою:

$$Q = \frac{L \cdot \tau}{1000} \quad (3)$$

де Q – об'єм повітря, що протягується через фільтр;

L – об'ємні витрати повітря, л/хв;

τ – тривалість відбирання проби, хв.

Для порівняння фактичної концентрації пилу з гранично допустимою, об'єм повітря, протягнутий через фільтр, потрібно привести до нормальних умов ($P_0 = 760$ мм. рт. ст, $t_0 = 20^\circ\text{C}$) за формулою:

$$Q_0 = Q \cdot \frac{T_0 \cdot P}{T \cdot P_0} = Q \cdot \frac{(273 + t_0) \cdot P}{(273 + t) \cdot P_0} \quad (4)$$

де Q_0 – об'єм повітря, приведений до нормальних умов, м³;

Q – об'єм повітря, протягнутого через фільтр в умовах експерименту (при температурі t та тиску P), м³;

P – атмосферний тиск під час виміру, мм. рт. ст.

t – температура повітря під час виміру, °C.

Фактична концентрація пилу за нормальних умов розраховується за формулою:

$$C_0 = \frac{M_2 - M_1}{Q_0} = \frac{\Delta M}{Q_0} \quad (5)$$

де M_1 M_2 , – вага чистого та фільтру з пилом відповідно, мг;

Q_0 – об'єм повітря, протягнутий через фільтр, та приведений до нормальних умов, м³.

Таблиця 1

Результати дослідження концентрації пилу

№ з/п	Місце відбирання проби	Маса фільтра, М2- М1, мг г	Тривалість відбирання проби, хв	Об'ємні витрати повітря, L, л/хв	Об'єм повітря, яке протягується через фільтр, Q, м ³	Фактична концентрація пилу, Со, мг/м ³	Гранично допустима концентрація пилу за ГОСТ 12.1.005-88 С _{гдж} , мг/м ³
1.	Пилова камера експериментального стенду						10 мг/м ³

Завдання.

1. Обчислити концентрацію пилу робочої зони. Результати вимірів і розрахунків занести до таблиці 1.

2. Отриманні результати порівняти з ГДК досліджуваного пилу згідно ГОСТ 12.1.005-88 і зробити висновок про відповідність (чи невідповідність) стану повітряного середовища за пиловим фактором. Запропонувати заходи індивідуального захисту працюючих.

Таблиця 2

Вихідні дані

Показники	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P, мм.рт.ст.	735	735	740	740	745	745	750	750	755	755
t, °C	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
L, л/с	33868,8	30868,8	31868,8	32868,8	29868,8	34868,8	28868,8	27868,8	34868,8	35868,8
τ, хв	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
M2- M1, мг	5630	5640	5650	5660	5670	5680	5690	5700	5710	5720

Контрольні запитання.

1. Методи вимірювання запиленості робочої зони.
2. Характеристика пилового забруднення робочої зони різних технологічних виробництв.
3. Вплив виробничого пилу на організм людини.

Практична робота №5

**ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА СУМАРНОГО ДОБОВОГО НАДХОДЖЕННЯ
(СДН) ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ДО ОРГАНІЗМУ В УМОВАХ
ПРОМИСЛОВИХ МІСТ**

Мета роботи: оцінити вміст важких металів (свинцю, кадмію, міді та

цинку) у воді, повітрі, місцевих харчових продуктах та сировині у деяких промислових містах України та порівняти середню та максимальні величини СДН важких металів із припустимими добовими надходженнями.

Проблема надходження металів до середовища існування людини, особливо у промислових регіонах, пов'язана з науково-технічним прогресом, який потребує постійного залучення до технологічної переробки природних ресурсів.

Процеси видобування, збагачення та переробки корисних копалин, виплавка чавуну та сталі, коксохімічні, машинобудівні, гальванічні та хімічні підприємства, численні види транспорту – усі їх викиди в атмосферу, водоймища, ґрунт збільшують вміст металів у навколишньому середовищі.

Надходження до організму важких металів (ВМ) здійснюється комплексно з водою, повітрям, харчовими продуктами і формує таким чином їх сумарну добову дозу, яка на сучасному етапі розвитку гігієни складає основу подальшого удосконалення єдиного гігієнічного нормування. У зв'язку з цим проблема визначення сумарного добового надходження (СДН) металів, пов'язаного з впливом на здоров'я людини, є актуальною для промислового забруднення територій.

Відомо, що шкідливі речовини у легенях, які мають значну площу поверхні (до 100 м²) безпосередньо всмоктуються у кров, минаючи печінку як детоксикаційний орган. Свинець та кадмій належать до пріоритетних забруднювачів довкілля, а мідь та цинк є необхідними для організму людини.

Реальна загроза забруднення біосфери свинцем та кадмієм обумовлена, насамперед, їхньою стійкістю, розчинністю в атмосферних опадах, здатністю до сорбції ґрунтом, рослинами, донними відкладеннями, що у сукупності призводить до поступового накопичення цих елементів у середовищі існування людини і створює загрозу для її здоров'я.

Важкі метали та їх сполуки надходять до організму через дихальні шляхи у вигляді пилу і пари, а також через травний канал, потрапляючи у порожнину рота із забруднених рук.

Свинець і кадмій відносяться до токсичних мікроелементів, які мають високу біологічну активність і здатність до накопичення в організмі. На сьогодні встановлені основні токсичні властивості даних металів. Зокрема, визначені прояви гострої і хронічної свинцевої інтоксикації (анемія, порушення порфіринового обміну), досліджений шкідливий вплив свинцю і кадмію на нервову, серцево-судинну системи, шлунково-кишковий тракт, нирки. Для кадмію встановлена мутагенна і канцерогенна активність, доведена роль даного металу в індукції раку легень і нирок.

Сполуки свинцю, нерозчинні у воді, добре розчиняються в кислому шлунковому соку. Розчинність сполук свинцю в крові вища, ніж у воді. Не менш токсичні сполуки свинцю із сіркою.

В організмі тварин і людини вміст свинцю коливається в значних межах і залежить від різних факторів. А саме, величина середнього вмісту свинцю в крові може коливатись від 10-15 мкг/100 мл до 40 мкг/100 мл. При цьому слід

зазначити, що у дітей 4-6 років спостерігається підвищена концентрація свинцю в організмі порівняно із дорослими. Це пояснюється більш високою швидкістю обмінних процесів у дітей, прискореною легеневою вентиляцією, забрудненням рук.

В організмі людини свинець розподіляється наступним чином (по мірі зменшення): ребра > печінка > нирки > артерії > легені > серце > м'язи.

Значна кількість свинцю накопичується в організмі людини під час куріння. У курців концентрація свинцю в крові вища, ніж у людей, які не палять. Зокрема при випалюванні 20 цигарок в день в організм надходить 1-5 мкг свинцю.

Мідь необхідна для регулювання процесів постачання клітин киснем, утворення гемоглобіну і «дозрівання» еритроцитів. Сприяє вона також більш повній утилізації організмом білків, вуглеводів і підвищенню активності інсуліну. Для всіх цих процесів дорослій здоровій людині щодня необхідно 2-3 мг. При надходженні менше 2 мг міді до організму можливий розвиток мідьдефіцитних станів.

Цинк входить до складу ряду найважливіших ферментів, що забезпечують необхідне протікання окислювально-відновних процесів і тканинного дихання. Специфічні наслідки тривалої нестачі цинку в їжі – це насамперед зниження функції статевих залоз і гіпофіза головного мозку. Щоб цього не сталося, доросла здорова людина повинна щодня отримувати з їжею 10-15 мг. Його нестача в організмі, а особливо, для вагітних може зумовити репродуктивні порушення та вродженні вади розвитку дитини, адже саме цей мікроелемент є головним у генеративній сфері людини. Надлишок цих елементів, як і їх нестача може призвести до різних порушень у життєдіяльності організму.

Завдання.

1. Розрахувати СДН важких металів для деяких промислових міст України на абсолютну добову величину (мг/добу) за формулою:

$$\text{СДН} = \text{АН} + \text{ВН} + \text{ХН},$$

де СДН – сумарне добове надходження речовини з водою, повітрям, харчовими продуктами, мг;

АН – аерогенне добове надходження, мг;

ВН – водне добове надходження, мг;

ХН – харчове добове надходження, мг.

використовуючи при цьому дані досліджень, які наведені у таблицях 1-3.

2. Отриманні значення СДН важких металів занести у таблицю і дати їм характеристику (для кожного міста області окремо) за наступною схемою:

а) порівняти середню та максимальні величини СДН важких металів із припустимими добовими надходженнями (ПДН), які встановлено для металів-ксенобіотиків згідно з даними об'єднаного комітету експертів ВООЗ з харчових добавок, а отримані добові дози металів-мікроелементів (мідь та цинк) зіставити з фізіологічною їх потребою.

б) встановити, які шляхи надходження до організму людини даних елементів є головними, а які другорядними.

в) зробити порівняльну оцінку СДН металів-ксенобіотиків, а також мікроелементів у обстежених містах за допомогою діаграм чи графіків.

Таблиця 1

Сумарне добове надходження металів з продуктами харчування водою та повітрям для м. Дніпро

Шлях надходження		Метали, мг/добу			
		свинець	кадмій	мідь	цинк
Продукти харчування	середнє	0,267	0,0214	2,5	13,24
	максим.	0,63	0,243	9,14	44,1
Питна вода	середнє	0	0,002	0,057	0,008
	максим.	0,0005	0,007	0,091	0,012
Атмосферне повітря	середнє	0,0006	0,0006	0,006	0,0042
	максим.	0,0012	0,0036	0,0183	0,017
		ГДКс.д.		Добова потреба	
		0,43	0,07	2-5	13-25

Таблиця 2

Сумарне добове надходження металів з продуктами харчування водою та повітрям для м. Кам'янське

Шлях надходження		Метали, мг/добу			
		свинець	кадмій	мідь	цинк
Продукти харчування	середнє	0,097	0,0329	2,983	10,026
	максим.	0,48	0,0652	8,46	36,8
Питна вода	середнє	0,0004	0	0,0035	0,0001
	максим.	0,0005	0,0004	0,0057	0,0004
Атмосферне повітря	середнє	0,0012	0,0008	0,0319	0,0051
	максим.	0,0033	0,001	0,111	0,0156
		ГДКс.д.		Добова потреба	
		0,43	0,07	2-5	13-25

Таблиця 3

Сумарне добове надходження металів з продуктами харчування водою та повітрям для м. Кривий Ріг

Шлях надходження		Метали, мг/добу			
		свинець	кадмій	мідь	цинк
Продукти харчування	середнє	0,13	0,0202	1,74	7,11
	максим.	1,225	0,244	23,1	22,4
Питна вода	середнє	0,0019	0	0,0465	0,0086
	максим.	0,0023	0,0004	0,0681	0,0112
Атмосферне повітря	середнє	0,0006	0,0002	0,0008	0,0016
	максим.	0,0023	0,0003	0,0039	0,0047
		ГДКс.д.		Добова потреба	
		0,43	0,07	2-5	13-25

Контрольні запитання.

1. Основні джерела надходження важких металів у навколишнє середовище.
2. Шляхи надходження важких металів в організм людини.
3. Наслідки впливу важких металів на організм людини.
4. Гігієнічна регламентація (нормування) важких металів у довкіллі.

Практична робота №6

**РОЗРАХУНОК ВИКИДІВ ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ, ВУГЛЕВОДНІВ,
ОКСИДІВ АЗОТУ І СІРКИ, САЖІ В АТМОСФЕРУ
АВТОТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ**

Мета роботи: ознайомитися з методикою розрахунку середньорічного викиду забруднюючих речовин автотранспортом в атмосферне повітря населених пунктів.

У зв'язку з швидким розвитком автомобільного транспорту істотно загострилися проблеми впливу його на навколишнє середовище. Основними джерелами забруднення повітряного басейну при експлуатації автотранспорту є двигуни внутрішнього згоряння, які викидають в атмосферу відпрацьовані гази та паливні випаровування. У відпрацьованих газах виявлено близько 280 компонентів продуктів повного неповного згоряння нафтових палив, а також неорганічні сполуки тих чи інших речовин присутніх у паливі.

Легкові автомобілі.

Масовий викид забруднюючих речовин легковими (вантажно-пасажирськими) автомобілями з певним обсягом двигуна при русі по території населених пунктів M_{ij} розраховується за формулою:

$$M_{ij} = m_{ij} \cdot LJ \cdot Kri \cdot 10^{-6}, \text{ (Т)} \quad (1)$$

де: M_{ij} – масовий викид і забруднюючої речовини легковим автомобілем з двигуном j -го робочого об'єму;

m_{ij} – пробіговий викид i -тої забруднюючої речовини легковим автомобілем з двигуном j -го робочого об'єму, г/км (табл. 1);

LJ – сумарний пробіг легкових автомобілів з двигунами j -го робочого об'єму по території населених пунктів, км; $Lj = Nj \cdot L$, де Nj – число автомобілів кожного типу за 1 год;

L – довжина ділянки, км;

Kri – коефіцієнт, що враховує зміну викидів забруднюючих речовин при русі по території населених пунктів (табл. 2).

Пробігові викиди забруднюючих речовин легковими автомобілями по території населених пунктів (*m_{ij}*, г/км)

Робочий об'єм двигуна, л	CO*	CH	NO ₂	C	SO ₂
менше 1,3	11,4	2,1	1,3	0	0,052
1,3-1,8	13	2,6	1,5	0	0,076
1,8-3,5	14	2,8	2,7	0	0,096

*Примітка: CO – оксид вуглецю; CH – вуглеводні; NO₂ – оксид азоту; C – тверді частинки (сажа); SO₂, – сірчистий газ.

Вантажні автомобілі.

Масовий викид забруднюючих речовин, що викидаються вантажними автомобілями на території населених пунктів, розраховується за формулою:

$$Miks = miks \cdot Lks \cdot Kris \cdot Knis \cdot 10^{-6}, \text{ (т)} \quad (2)$$

де: *Miks* – масовий викид *i* забруднюючих речовин, що викидаються вантажними автомобілями з *k*-ої вантажопідйомності з двигунами *s*-го типу;

miks – пробіговий викид *i*-ої забруднюючої речовини вантажними автомобілями *k*-ої вантажопідйомності з двигунами *s*-го типу, г/км (табл. 3);

Lks – сумарний пробіг по території населених пунктів вантажних автомобілів *k*-ої вантажопідйомності з двигунами *s*-го типу, км, де $Lks = Nks \cdot L$, де *Nks* – число автомобілів кожного типу за 1 год;

L – довжина ділянки, км;

Kris – коефіцієнт, що враховує зміну викидів забруднюючих речовин при русі по території населених пунктів (табл. 4);

Knis – коефіцієнт, що враховує зміну пробігового викиду від рівня використання вантажопідйомності і пробігу (табл. 5, 6).

Значення *Kri* залежно від типу населених пунктів

Тип населеного пункту	CO*	CH	NO ₂	C	SO ₂
Міста з кількістю населення більше 1 млн. люд.	1,0	1,0	1,0	0	1,25
Міста з кількістю населення від 100 тис. люд. до 1 млн. люд.	0,87	0,92	0,94	0	1,15
Міста з кількістю населення від 30 до 100 тис. люд.	0,7	0,79	0,81	0	1,05
Інші населенні пункти	0,41	0,59	0,6	0	1,00

Таблиця 3

**Пробігові викиди забруднюючих речовин при русі вантажних автомобілів
по території населених пунктів (мікс, г/км)**

Вантажопідйомність автомобіля, т	Тип двигуна	CO*	CH	NO ₂	C	SO ₂
0,5-2,0	бензиновий	22	3,4	2,6	0	0,13
2,0-5,0	бензиновий	52,6	4,7	5,1	0	0,16
	газовий	26,8	2,7	5,1	0	0,14
	дизельний	2,8	1,1	8,2	0,5	0,96
5,0-8,0	бензиновий	73,2	5,5	9,2	0	0,19
	газовий	37,4	4,4	9,2	0	0,17
	дизельний	3,2	1,3	11,4	0,8	1,03
8,0-16,0	бензиновий	97,8	8,2	10,0	0	0,26
	дизельний	3,9	1,6	13,4	1,0	1,28
більше 16,0	дизельний	4,5	1,8	16,4	1,1	1,47

Таблиця 4

Значення *K_{ris}* залежно від типу населених пунктів

Тип населеного пункту	CO*		CH		NO ₂		C	SO ₂
	Б, Г*	Д	Б, Г	Д	Б, Г	Д	Д	Б, Г, Д
Міста з кількістю населення більше 1 млн. люд.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,25
Міста з кількістю населення від 100 тис. люд. до 1 млн. люд.	0,89	0,95	0,85	0,93	0,79	0,92	0,8	1,15
Міста з кількістю населення від 30 до 100 тис. люд.	0,74	0,83	0,70	0,80	0,69	0,82	0,5	1,05
Інші населенні пункти	0,58	0,64	0,50	0,60	0,6	0,7	0,3	1,0

Примітка: * Б - бензиновий, Д - дизельний, Г - газовий (стиснений газ).

Таблиця 5

**Значення *K_{pis}* для вантажних автомобілів з бензиновими і газовими
двигунами**

Забруднююча речовина	Коефіцієнт використання вантажопідйомності, г *	Значення <i>K_{pis}</i> залежно від коефіцієнта використання пробігу, β						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
CO	<0,2	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58
	0,2-0,4	0,56	0,58	0,61	0,63	0,65	0,67	0,70
	0,4-0,6	0,60	0,63	0,67	0,70	0,73	0,77	0,80
	0,6-0,8	0,64	0,68	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90
	0,8-1,0	0,68	0,73	0,79	0,84	0,89	0,95	1,00
CH	<0,2	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84
	0,2-0,4	0,81	0,83	0,83	0,85	0,86	0,86	0,88
	0,4-0,6	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,92
	0,6-0,8	0,85	0,87	0,88	0,91	0,92	0,94	0,96
	0,8-1,0	0,87	0,89	0,91	0,94	0,96	0,98	1,00
NO ₂	<0,2	0,48	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,56

	0,2-0,4	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,67
	0,4-0,6	0,57	0,61	0,64	0,68	0,71	0,74	0,78
	0,6-0,8	0,62	0,67	0,71	0,76	0,80	0,84	0,89
	0,8-1,0	0,67	0,72	0,78	0,83	0,89	0,94	1,00
SO ₂	<0,2	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05
	0,2-0,4	1,06	1,08	1,10	1,11	1,13	1,15	1,16
	0,4-0,6	1,11	1,14	1,16	1,19	1,22	1,24	1,27
	0,6-0,8	1,15	1,19	1,23	1,27	1,30	1,34	1,38
	0,8-1,0	1,20	1,24	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49

*Примітка. При відсутності даних і фактичних значеннях γ , β приймається для міських перевезень і перевезень сільськогосподарських вантажів $\gamma = 0,6-0,8$; $\beta = 0,5$.

Таблиця 6

Значення *K_{pis}* для вантажних автомобілів з дизелем

Забруднююча речовина	Коефіцієнт використання вантажопідйомності, γ *	Значення <i>K_{pis}</i> залежно від коефіцієнта використання пробігу, β						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
CO	<0,2	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57
	0,2-0,4	0,55	0,57	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68
	0,4-0,6	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,76	0,78
	0,6-0,8	0,64	0,68	0,72	0,77	0,81	0,86	0,89
	0,8-1,0	0,68	0,73	0,79	0,84	0,89	0,96	1,00
CH	<0,2	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68
	0,2-0,4	0,66	0,68	0,70	0,71	0,73	0,74	0,76
	0,4-0,6	0,70	0,72	0,74	0,76	0,79	0,81	0,84
	0,6-0,8	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,92
	0,8-1,0	0,76	0,80	0,84	0,88	0,91	0,95	1,00
NO ₂	<0,2	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77
	0,2-0,4	0,77	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81
	0,4-0,6	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85	0,87
	0,6-0,8	0,81	0,82	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93
	0,8-1,0	0,83	0,86	0,89	0,92	0,94	0,97	1,00
C	<0,2	0,25	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,38
	0,2-0,4	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44
	0,4-0,6	0,43	0,46	0,49	0,51	0,53	0,56	0,58
	0,6-0,8	0,50	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71	0,75
	0,8-1,0	0,60	0,66	0,73	0,80	0,86	0,93	1,00
SO ₂	<0,2	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06
	0,2-0,4	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18
	0,4-0,6	1,12	1,15	1,18	1,20	1,23	1,26	1,29
	0,6-0,8	1,16	1,20	1,25	1,29	1,33	1,37	1,41
	0,8-1,0	1,21	1,26	1,32	1,37	1,42	1,48	1,53

*Примітка. При відсутності даних і фактичних значеннях γ , β приймається для міських перевезень і перевезень сільськогосподарських вантажів $\gamma = 0,6-0,8$; $\beta = 0,5$.

Завдання.

1. Використовуючи формули 1 і 2 розрахуйте середньорічний викид оксиду вуглецю (CO), вуглеводнів (CH), оксиду азоту (NO₂), сажі (C) і оксиду

сірки (SO₂) автомобілями в атмосферне повітря населених пунктів Згідно варіанту в таблиці 6.

Таблиця 6

Вихідні дані

Варіанти	Тип населеного пункту	Робочий об'єм двигуна легкового автомобіля, л	Вантажопідйомність автомобіля, т	N – число автомобілів кожного виду, за 1 год	L – довжина ділянки, км	Тип двигуна вантажного автомобіля	Коефіцієнт використання вантажопідйомності, г	Коефіцієнт використання пробігу, β
1	більше 1 млн. люд.	менше 1,3	0,5-2,0	30	11	бензиновий	<0,2	0,4
2	від 100 тис. люд. до 1 млн. люд.	1,3-1,8	2,0-5,0	27	12	дизельний	0,2-0,4	0,5
3	від 30 до 100 тис. люд.	1,8-3,5	5,0-8,0	26	13	бензиновий	0,4-0,6	0,6
4	інші населені пункти	менше 1,3	8,0-16,0	24	14	газовий	0,6-0,8	0,7
5	більше 1 млн. люд.	1,3-1,8	більше 16,0	22	15	дизельний	0,8-1,0	0,8
6	від 100 тис. люд. до 1 млн. люд.	1,8-3,5	0,5-2,0	20	16	бензиновий	<0,2	0,9
7	від 30 до 100 тис. люд.	менше 1,3	2,0-5,0	19	17	дизельний	0,2-0,4	1,0
8	інші населені пункти	1,3-1,8	5,0-8,0	17	18	бензиновий	0,4-0,6	0,9
9	більше 1 млн. люд.	1,8-3,5	8,0-16,0	16	19	газовий	0,6-0,8	0,8
10	від 100 тис. люд. до 1 млн. люд.	менше 1,3	більше 16,0	15	20	дизельний	0,8-1,0	0,7
11	від 30 до 100 тис. люд.	1,3-1,8	0,5-2,0	13	11	бензиновий	<0,2	0,6
12	інші населені пункти	1,8-3,5	2,0-5,0	12	12	дизельний	0,2-0,4	0,5
13	більше 1 млн. люд.	менше 1,3	5,0-8,0	11	13	бензиновий	0,4-0,6	0,4
14	більше 1 млн. люд.	1,3-1,8	8,0-16,0	15	14	газовий	0,6-0,8	0,4
15	від 100 тис. люд. до 1 млн. люд.	1,8-3,5	більше 16,0	17	15	дизельний	<0,2	0,5
16	від 30 до 100 тис. люд.	менше 1,3	0,5-2,0	19	5	бензиновий	0,2-0,4	0,6

17	інші населені пункти	1,3-1,8	2,0-5,0	10	6	дизельний	0,4-0,6	0,7
18	більше 1 млн. люд.	1,8-3,5	5,0-8,0	14	7	бензиновий	0,6-0,8	0,8
19	від 100 тис. люд. до 1 млн. люд.	менше 1,3	8,0-16,0	16	8	газовий	0,8-1,0	0,9
20	від 30 до 100 тис. люд.	1,3-1,8	більше 16,0	18	9	дизельний	<0,2	1,0
21	інші населені пункти	1,8-3,5	0,5-2,0	22	25	бензиновий	0,2-0,4	0,5
22	більше 1 млн. люд.	менше 1,3	2,0-5,0	24	24	дизельний	0,4-0,6	0,6
23	від 100 тис. люд. до 1 млн. люд.	1,3-1,8	5,0-8,0	25	23	бензиновий	0,6-0,8	0,7
24	від 30 до 100 тис. люд.	1,8-3,5	8,0-16,0	27	22	газовий	0,8-1,0	0,8
25	інші населені пункти	менше 1,3	більше 16,0	29	21	дизельний	<0,2	0,9

Контрольні запитання.

1. Які забруднюючі речовини входять до складу викидів пересувних джерел забруднення атмосферного повітря?
2. Які забруднюючі речовини входять до складу викидів стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря?
3. Які забруднюючі речовини мають ефект сумачії?
4. Вплив автотранспорту на навколишнє середовище.

Практична робота №7

КЛАСИФІКАЦІЯ ПЕСТИЦИДІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Мета роботи: Ознайомитися з сучасними класифікаціями пестицидів, розрахувати поглинені крізь шкіру дози діючих речовин пестицидів.

При оцінці шкідливості різноманітних пестицидів в процесі роботи з ними користуються різними класифікаціями виходячи з критеріїв їх шкідливості.

По ступеню кумулятивної дії пестициди поділяють на 4 групи залежно від величини (фактора) коефіцієнта кумуляції. Останній відображає відношення сумарної величини LD₅₀ при хронічному введенні препарату тваринам (табл. 1).

Гігієнічна класифікація пестицидів

I. За токсичністю при введенні в шлунок	
1. Сильнодіючі отруйні речовини	LD ₅₀ до 50 мг/кг
2. Високотоксичні	LD ₅₀ 50-200 мг/кг
3. Середньотоксичні	LD ₅₀ 200-1000 мг/кг
4. Малотоксичні	LD ₅₀ більше 1000 мг/кг
II. За шкірно-резорбтивною токсичністю	
1. Різко виражена Шкірно-оральний коефіцієнт менший за 1	LD ₅₀ менше 500 мг/кг
2. Виражена Шкірно-оральний коефіцієнт дорівнює 1-3	LD ₅₀ 500-2000 мг/кг
3. Виражена слабо Шкірно-оральний коефіцієнт дорівнює 3	LD ₅₀ більше 2000 мг/кг
4. Невиражена	Смерть не настає
III. За ступенем летючості	
1. Дуже небезпечні речовини	Насичуюча концентрація більша смертельної в 300 разів і більше
2. Небезпечні	– в 300-30 разів
3. Помірно небезпечні	– в 30-3 рази
4. Малотоксичні	– в 3 рази і менше
IV. По кумуляції	
1. Зверхкумуляція	Коефіцієнт кумуляції менший 1
2. Виражена	– дорівнює 1-3
3. Помірна	– дорівнює 3-5
4. Слабо виражена	– більше 5
V. За стійкістю (грунт)	
1. Дуже стійкі	Час розкладу не нетоксичні компоненти більший 1 року
2. Стійкі	6-12 місяців
3. Помірно стійкі	1-6 місяців
4. Малостійкі	протягом 1 місяця

При оцінці шкідливості пестицидів в процесі роботи з ними користуються класифікацією хімічних речовин по ступеню шкідливості. Препарати, які відносяться до 1 класу шкідливості, не можна використовувати у сільському господарстві. Винятком можуть бути пестициди в гранулах або мікрокапсулах, що зменшує можливість попадання в організм.

Робота з пестицидами, які відносяться до 2 класу небезпеки, вимагають дотримання спеціальних правил. Пестициди 3-го і 4-го класів небезпеки застосовують у відповідності з загальноприйнятими мірами безпеки (табл. 2).

Класифікація пестицидів за рядом критеріїв шкідливості

Ступінь шкідливості за основними критеріями	Показник шкідливості	Група класифікації
I. Бластомогенність		
Виражено канцерогенні	Відомо виникнення раку у людей, сильні канцерогени в дослідках на тваринах	I
Канцерогенні	Канцерогенність доведена в дослідках, але не доведена на людях	II
Слабо канцерогенні	Слабкі канцерогени в дослідках на тваринах	III
Підозрілі на бластомогенність	Те ж саме	IV
II. Тератогенність		
Явно канцерогенні	Відомі потворства у людей, які відтворюються експериментально в дослідках на тваринах	I
Підозрілі на тератогенність	Наявність експериментальних даних в дослідках на тваринах	II
III. Ембріотоксичність		
Вибіркова	Визначається у дозах, не токсичних для материнського організму	I
Помірна	Проявляється поряд з іншими токсичними ефектами	II
IV Алергенні властивості		
Сильні алергени	Викликають алергічні стани у більшості людей навіть при дії в невеликих дозах, які зустрічаються за звичайних обставин.	I
Слабкі алергени	Викликають алергійні стани у окремих індивідуумів	II

По відношенню до повного розкладання пестицидів у ґрунті і воді їх поділяють на 4 класи (табл. 3).

Шкала оцінки стійкості пестицидів

Клас стійкості	Ґрунт		Вода
	Час зникнення (діб)		Час зникнення (діб)
	T ₅₀	T ₉₅	T ₉₅
Малостійкі	≤7	≤30	≤5
Помірностійкі	8-20	31-85	6-10
Стійкі	21-50	86-215	11-30
Високостійкі	>50	>215	>30

Здатність пестицидів надходити до організму через неушкоджену шкіру створює умови потенційної небезпеки інтоксикації працюючого.

При визначенні поглиненої крізь шкіру дози важливо знати коефіцієнти проникнення речовини (K_p , см/год) як з водного розчину, так і з розчину в органічних розчинниках, що характеризує швидкість надходження речовини крізь шкіру за одиницю часу.

Кількість речовини, що надходить до організму крізь одиницю площі шкіри за одиницю часу називається *поток* (J , мг/см² год) і розраховується за формулою:

$$J = K_p \cdot C,$$

де C – максимальна концентрація діючої речовини пестициду у робочому розчині, мг/мл.

Максимальну концентрацію діючої речовини пестициду у робочому розчині розраховується за формулою:

$$C = Q \cdot R / M, \text{ г/л (мг/мл)},$$

де: Q – кількість діючої речовини у препаративній формі, г/л; R – норма витрати препарату, л/га; M – середня норма витрати робочої рідини ($M = 300$ л/га).

Розрахунок поглиненої крізь шкіру дози проводиться за формулою:

$$D_{\text{погл.}} = J \cdot S \cdot t, \text{ мг/люд}$$

де: S – площа відкритих ділянок шкіри ($S = 1400$ см²);

t – тривалість робочої зміни ($t=4$ год. для пестицидів II класу небезпеки).

Оцінку ступеня ризику крізьшкірної дії пестицидів визначали як співвідношення поглиненої дози до допустимого рівня впливу пестициду на працюючих (ДРВПП).

Величину ДРВПП розраховується за алгоритмом:

$$\text{ДРВПП} = (0,04\text{NOEL}_{\text{subchr}} + 0,2\text{NOEL}_{\text{chr}} + 20 \text{ ДДД}) / 3 \cdot 70$$

з використанням недіючих (NOEL) доз, встановлених у експериментах на лабораторних тваринах, та допустимої добової дози діючої речовини пестициду для людини (ДДД).

Оцінка ступеня ризику крізьшкірної дії досліджених пестицидів розраховується як відношення поглиненої дози ($D_{\text{погл.}}$) до допустимого рівня впливу пестициду на працюючих (ДРВПП). Якщо ця величина значно перевищує одиницю, то у таких випадках потрібно забезпечити надійний захист відкритих ділянок шкіри, що досягається застосуванням спеціальних засобів індивідуального захисту та зменшення тривалості контакту працюючого з даними пестицидами.

Завдання.

1. Розрахувати величини ДРВПП та ступені ризику (E_m) несприятливого впливу пестицидів на працюючих при проходженні їх через шкіру (табл. 4-8).

2. Заповнити таблиці 9-10.

Вихідні дані

Таблиця 4

Показники діазинону	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кр, см/год	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
Q, г/л	575	580	585	590	600	605	610	615	620	625
R, л/га	2,3	2,3	2,35	2,35	2,5	2,5	2,45	2,45	2,4	2,4

Таблиця 5

Показники дитетоату	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кр, см/год	$7,0 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-5}$
Q, г/л	375	380	385	390	400	405	410	415	420	425
R, л/га	1,9	1,9	1,95	1,95	2,0	2,0	2,05	2,05	2,1	2,1

Таблиця 6

Показники фентіону	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кр, см/год	$4,3 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$
Q, г/л	475	480	485	490	500	505	510	515	520	525
R, л/га	2,3	2,3	2,35	2,35	2,5	2,5	2,45	2,45	2,4	2,4

Таблиця 7

Показники фозалону	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кр, см/год	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
Q, г/л	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355
R, л/га	3,3	3,3	3,35	3,35	3,5	3,5	3,45	3,45	3,4	3,4

Таблиця 8

Показники хлорпіри-фосу	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кр, см/год	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$
Q, г/л	470	470	475	475	480	480	485	485	490	490
R, л/га	2,3	2,3	2,35	2,35	2,5	2,5	2,45	2,45	2,4	2,4

Таблиця 9

Розрахункові значення параметрів проникнення крізь шкіру діючих речовин пестицидів

Діюча речовина	Кр, см/год	Q, г/л	R, л/га	C, мг/мл	J, мг/см ² ·год	Дпогл., мг/люд
Діазинон	$1,2 \cdot 10^{-3}$	600,0	2,5			
Дитетоат	$7,0 \cdot 10^{-5}$	400,0	2,0			

Фентіон	4,3·10 ⁻²	500,0	2,5			
Фозалон	1,6·10 ⁻³	350,0	3,5			
Хлорпірифос	4,8·10 ⁻³	480,0	2,5			

Таблиця 10

Величини ДРВПП та ступені ризику (Em) несприятливого впливу пестицидів на працюючих при проходженні їх через шкіру

Діюча речовина	NOELsubchr	NOELchr	ДДД, мг/кг	ДРВПП, мг/кг	Em=Дпогл./ДРВПП
Діазинон	0,4	0,06	0,002		
Дитетоат	0,5	0,2	0,0005		
Фентіон	0,25	0,14	0,001		
Фозалон	0,9	0,2	0,006		
Хлорпірифос	0,6	0,1	0,001		

Контрольні запитання.

Оцініть дозу поглинання та ступінь ризику крізьшкірної дії досліджених пестицидів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Григор'єва Л.І., Томілін Ю.А. Екологічна токсикологія та екотоксикологічний контроль: навч. посіб. Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені Петра Могили. Миколаїв, 2015. 240 с.
2. Дудник С.В., Євтушенко М.Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування : монографія. Київ : Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2013. 297 с.
3. Корінець Ю.Я., Панас Н.Є. Екотоксикологія : навч. посіб. / 2-ге вид., доп. і перероб. Херсон : ОЛДІ ПЛЮС, 2019. 396 с.
4. Кукін П.П. Основи токсикології : навч. посіб. Інфра-М.: Вища освіта: Бакалаврат, 2018. 280 с.
5. Ліхо О.А., Вознюк Н.М., Турчина К.П. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Екотоксикологія» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» денної та заочної форми навчання [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2023. 38 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/27492/>
6. Клімкіна І.І., Грунтова В.Ю. Основи екологічної токсикології. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з дисципліни студентами напряму підготовки 6.040106 Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Дніпропетровськ : НГУ, 2015. 44 с.
7. Музиченко О. С. Екологічна токсикологія. Конспект лекцій для студентів спеціальності 101 Екологія. Луцьк : Вид-во Вежа-Друк, 2023. 70 с.
8. Петровська М. Екологічна токсикологія : навч.-метод. посіб. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 116 с.
9. Снітинський В.В., Хірівський П.Р., Гнатів П.С. та ін. Екотоксикологія : навч. посіб. Херсон: Олді-плюс, 2011. 330 с.
10. Хоботова Е.Б., Уханьова М.І., Крайнюков О.М. Основи екологічної токсикології: Навчальний посібник. Харків: ХНАДУ, 2012. 276 с.

Музиченко О.С.

Екологічна токсикологія

Методичні рекомендації до практичних робіт