

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення практичних занять і організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ОСНОВИ ПРОМИСЛОВОЇ ТОКСИКОЛОГІЇ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми
навчання зі спеціальності 263 – Цивільна безпека, освітньо-професійні
програми «Аудит та консалтингова діяльність у галузі охорони праці»,
«Охорона праці»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2023

Методичні рекомендації до проведення практичних занять і організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Основи промислової токсикології» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 263 – Цивільна безпека, освітньо-професійні програми «Аудит та консалтингова діяльність у галузі охорони праці», «Охорона праці») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. П. А. Білим. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 13 с.

Укладач канд. хім. наук, доц. П. А. Білим

Рецензент

А. С. Рогозін, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності, протокол № 1 від 1 вересня 2022 р.

Методичні рекомендації призначені для здобувачів спеціальності 263 – Цивільна безпека. Подано вимоги до оформлення, засоби та послідовність виконання завдань, список рекомендованих джерел, наведено приклади оформлення робіт.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Практичні заняття.....	5
Практичне заняття № 1 Визначення класу небезпеки шкідливих речовин.....	5
Практичне заняття № 2 Визначення середньозмінної концентрації розрахунковим методом.....	6
Практичне заняття № 3 Комбінована дія шкідливих речовин.....	8
Практичне заняття № 4 Визначення класу небезпеки промислових відходів.....	9
2 Самостійна робота.....	11
Список рекомендованих джерел.....	12

ВСТУП

Відповіді на запитання, коли відбулася перша зустріч людини з отрутами складно: вона відбулася в ті далекі часи, коли наші предки вперше зустрілися з отруйними комахами, тваринами та рослинами. Дія отрут була втаємниченою і пояснювалася зв'язком з чорною магією, зі злими духами. Користуватися отрутами для полювання на тварин, а потім і зі злочинною та лікувальною метою люди навчилися задовго до того, як зрозуміли механізм дії отруйних речовин.

Як отрути, використовувалися токсичні речовини рослинного походження: алкалоїди та глюкозиди (стрихнін, кураре, страфантин, блекота, дурман тощо). Найширше отруєння використовувалися в політичній боротьбі та приватному житті в часи середньовіччя. Багато прикладів застосування отрут зі злочинною метою можна знайти в літературних творах («Моцарт і Сальєрі» А. С. Пушкіна, «Граф Монте-Крісто» О. Дюма та ін.).

З розвитком хімічних наук були відкриті механізми дії хімічних речовин і отрути втратили своє містичне значення. Але з'явилося багато синтетичних речовин, більшість із яких виявилися токсичними. Вони широко використовуються в промисловості, сільському господарстві, медицині, побуті, що створює нову екологічну небезпеку для здоров'я людей.

Вивчення токсичності застосовуваних на виробництві та в побуті хімічних речовин, механізм їх впливу на організм людини, розробка протиотрут, заходів профілактики з метою попередження отруєнь і становить завдання токсикології як науки. Майбутні фахівці в галузі охорони навколишнього середовища повинні бути проінформовані про ступінь токсичності хімічних речовин, отримати уявлення про взаємозв'язок токсичності та структури, про шляхи біотрансформації отрут в організмі, вміти розрахувати ГДК шкідливих речовин.

Метою викладання навчальної дисципліни «Основи промислової токсикології» є вивчення ступеня токсичності застосовуваних на виробництві та в побуті хімічних речовин, механізму їх впливу на організм людини, розроблення протиотрут, заходів профілактики з метою попередження отруєнь.

Основними завданнями вивчення дисципліни є опанування відомостями, вміннями та навичками щодо вирішення професійних завдань з обов'язковим урахуванням особливостей виникнення отруєнь на виробництві, види отруєнь та особливості їх розвитку, способи попередження отруєнь і формування мотивації щодо посилення особистої відповідальності за забезпечення гарантованого рівня безпеки працівників.

1 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Практичне заняття № 1 Визначення класу небезпеки шкідливих речовин

Практичне заняття має на меті засвоєння теоретичних відомостей і набуття навичок щодо визначення класу небезпеки шкідливих речовин відповідно до ГОСТ 12.1 007–76.

Кожен студент виконує завдання за своїм варіантом. Номер варіанта видається викладачем і складається з двох цифр. Перша цифра відповідає номеру першої речовини за таблицею з початковими даними, друга – номеру другої речовини. Для цих двох речовин потрібно:

1. Визначити клас небезпеки за показниками токсикометрії і назвати визначальний показник.
2. Вказати назву й одиниці вимірювання наведених показників токсикометрії.
3. Визначити поріг одноразової дії.
4. Визначити поріг хронічної дії.
5. Визначити леткість.
6. Визначити зону біологічної дії.
7. Вказати, яка речовина найнебезпечна стосовно розвитку гострих і хронічних захворювань.

Початкові дані для розрахунків наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Початкові дані для розрахунку

Номер речовини	ПДК	DL ₅₀	CL ₅₀	Z _{ac}	Z _{ch}	КВІО
1	0,15	26	100	3	30	216
2	20	14	1 700	14	6	58
3	14	48	620	16	8	75
4	17	225	3 000	5	7	32
5	0,06	200	5 500	18	4	318
6	800	1 500	60 000	58	2,5	2,4
7	0,02	360	400	13	3	340

Контрольні запитання

1. Предмет і завдання токсикології
2. Основні розділи токсикології
3. Поняття: шкідлива речовина, небезпечна речовина, отрута, токсини, токсичність речовин, толерантність.
4. Види класифікації отрут.
5. Класифікація промислових отрут.
6. Класифікація отруєнь.

Практичне заняття № 2 Визначення середньозмінної концентрації розрахунковим методом

Метою практичного заняття є розрахування середньозмінної концентрації речовини в повітрі робочої зони.

Середньозмінна гранично допустима концентрація – гранична концентрація, усереднена за 8-годинну робочу зміну.

Контроль вмісту шкідливих речовин проводиться при порівнянні помірних концентрацій із їх гранично допустимими значеннями.

Середньозміна концентрації необхідна для розрахунку індивідуальної експозиції, виявлення зв'язку зміни стану здоров'я людей, що працюють, із їх професійною діяльністю.

Контроль за дотриманням середньозмінної ГДК проводиться стосовно певної професійної групи або щодо конкретного працівника. Для характеристики професійної групи середньозмінну концентрацію визначають не менше, ніж у 10 % працівників певної професії.

Вимірювання середньозмінних концентрацій приладами індивідуального контролю проводиться при безперервному або послідовному відборі протягом усієї зміни, але не менше 75 % її тривалості.

Середньозмінну концентрацію визначають на підставі окремих вимірювань з урахуванням усіх технологічних операцій.

Середню концентрацію для кожної операції розраховують за формулою:

$$K_0 = \frac{K_1 \cdot t_1 + K_2 \cdot t_2 + \dots + K_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

де K_1, K_2, K_n – концентрації речовини;

t, t_2, t_n – час відбору проби.

За значеннями середніх концентрацій за операцію (K_0) і тривалістю операції (T) розраховують середньозмінну концентрацію (K_c) як середньозважену величину за зміну:

$$K_0 = \frac{K_{01} \cdot T_1 + K_{02} \cdot T_2 + \dots + K_{0n} \cdot T_{0n}}{\Sigma T}$$

де $K_{01}, K_{02}, \dots, K_{0n}$ – середня концентрація за операцію;

T_1, T_2, T_n – тривалість операції.

Завдання

Визначити середньозмінну концентрацію та порівняти її з ГДК. Початкові дані наведені в таблиці 2.

Дані обирають відповідно до шифру, що складається з чотирьох цифр. Перша цифра – номер шкідливої речовини, друга – тривалість операції, третя –

тривалість відбору проби, четверта – концентрація речовини в пробі.

Зробити висновок про стабільність концентрацій у повітрі робочої зони.

Дані про ГДК шкідливих речовин узяти з довідкової літератури.

Таблиця 2 – Дані для розрахунку

Речовина	Час операції, хв			Час відбору разової проби, хв			Концентрація речовини у пробі, мг/м ³		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. Аміак.	65	75	50	3	8	10	28,3	15,3	4,3
2. Сірки діоксид.				7	10	5	20,0	28,2	8,7
3. Бензол				10	12	8	18,3	30,1	7,2
				5	3	7	26,9	19,4	4,5

Контрольні запитання

1. Основні параметри токсикометрії.
2. Класифікація отрут за ступенем небезпеки.
3. Класи небезпеки речовин.
4. Методи визначення параметрів токсикометрії при різних шляхах надходження отрути в організм.
5. Кумуляція шкідливих речовин.

Практичне заняття № 3 Комбінована дія шкідливих речовин

Метою цього заняття є вивчення умов безпеки в разі одночасної присутності в повітрі робочої зони декількох шкідливих хімічних речовин. У реальних умовах виробництва така ситуація трапляється найчастіше.

Порядок виконання роботи.

1. Вивчити тему «Комбінована дія шкідливих речовин».
2. Роз'язати запропоновану задачу за визначенням фактичних і гранично допустимих концентрацій речовин.

Номер варіанта відповідає номеру студента в списку.

Завдання

У повітрі робочої зони одночасно присутні три шкідливі речовини односпрямованої дії. Наведені фактичні концентрації (C_1 і C_2) перших двох із цих речовин. Визначити, якою повинна бути фактична концентрація третьої речовини, щоб було дотримано умови безпеки. ГДК шкідливих речовин вибрати з довідкової літератури. Початкові дані наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Початкові дані

Варіант	Комбінація речовин	C_1 , мг/м ³	C_2 , мг/м ³
1	Діоксид азоту, гексан, оксид вуглецю	0,6	20
2	Діоксид азоту, гексан, діоксид сірки	0,8	60
3	Оксид вуглецю, діоксид азоту, гексан	5	1
4	Діоксид азоту, діоксид сірки, оксид вуглеця	1	3
5	Діоксид азоту, діоксид сірки, фенол	0,5	4
6	Аміак, сірковуглець, формальдегід	5	1,5
7	Аміак, формальдегід, сірковуглець	4	0,6
8	Аміак, формальдегід, гидросільфід	0,25	3
9	Озон, діоксид азоту, формальдегід	0,03	1
10	Діхлорпропан, трихлорпропан, тетрахлоретилен	2	1
11	Сірководисна мідь, кобальт, діоксид сірки	0,2	0,005
12	Сірководисна мідь, кобальт, нікель	0,3	0,002
13	Сірководисний кобальт, нікель, діоксид сірки	0,003	0,1
14	Кислоти соляна, серна, азотна	2	0,4
15	Кислоти серна, соляна, азотна	0,3	1
16	Кислоти азотна, соляна, серна	0,9	1,5
17	Фурфурол, метиловий і етиловий спирти	0,1	2
18	Метиловий і етиловий спирти, фурфурол	1	200
19	Фурфурол, етиловий і метиловий спирти	0,2	300
20	Діоксид сірки, оксид вуглецю, кварцовий пил	3	7

Контрольні питання

1. Санітарно-гігієнічне нормування шкідливих речовин.
2. Основні показники санітарної оцінки шкідливих речовин у виробничому середовищі.
3. Властивості біологічних мембран.
4. Шляхи проникнення шкідливих речовин в організмі.

Практичне заняття № 4 Визначення класу небезпеки промислових відходів

Однією з обов'язкових вимог для підприємства є оформлення ліцензії на природокористування. Ліцензія припускає розрахунок ліміту на поховання відходів. Для виконання цього розрахунку потрібно визначити клас небезпеки відходів.

Клас небезпеки визначається токсичністю промислових відходів.

Розрахунок індексу небезпеки проводять за формулою

$$K_i = \text{ПДК}_i / (S_i + C_{bi}),$$

де ПДК – гранично допустима концентрація хімічної речовини;

S – коефіцієнт розчинності у воді;

C_b – вміст цього компонента в загальній масі відходів (ГДК знаходять за ГОСТ 17.4.02–83).

Для визначення коефіцієнта розчинності за допомогою довідників визначають розчинність хімічної речовини у воді в грамах (табл. 4) на 100 г води і ділять знайдену величину на 100.

Таблиця 4 – Дані для визначення коефіцієнта розчинності

№ з/п	Речовина	Розчин. у воді, г/100 г	№ з/п	Речовина	Розчин. у воді, г/100 г
1	Оксид алюмінію	н. р.	23	Метилпропилкетон	6
2	Амибен	0,07	24	Метилциклогексил	н. р.
3	Фталевий ангідрид	н. р.	25	Арсен	н. р.
4	Бензол	0,179	26	Нікель	н. р.
5	Бутил хлористий	0,066	27	Олово	н. р.
6	Гексахлорсилол	н. р.	28	Перфтордиметиламін	н. р.
7	Гетерофос	н. р.	29	Плондрел	0,013 3
8	Глифосфат	н. р.	30	Ртуть	н. р.
9	Бутадиен	н. р.	31	Ртуть хлориста	6,59
10	Дігідрел	50	32	Сапрол	0,002 9
11	Диметилвінілкарбон	17,7	33	Хлористий свинець	0,064
12	Диметилпропан	97,7	34	Циклогексанол	5,37
13	Епіхлоргідрин	0,053	35	Стирол	н. р.
14	Залізо	н. р.	36	Тетрахлобутадиен	0,013
15	Ізопрен	н. р.	37	Толуол	0,057
16	Іодбензол	0,034	38	Трифтортолуол	0,09
17	Дихлортолуол	0,1	39	Трихлорбутадиен	0,22
18	Оксид кальцію	0,13	40	Фурфурол	8,3
19	Карагард	0,013	41	Хлоракрилонітрил	н. р.
20	Каунтер	0,001 5	42	Хлормефос	0,006
21	Діоксид кремнію	н. р.	43	Хостаквік	0,22
22	Мезораніл	0,74	44	Оксид хрому	166

C_b знаходять шляхом ділення маси певної речовини на загальну масу суміші.

Розрахувавши індекс небезпеки для окремих компонентів, вибирають 1–3 провідні компоненти, що мають мінімальне значення K . До того ж повинна виконуватися умова

$$K_1 < K_2 < K_3 \text{ і } 2K_1 < K_3.$$

Потім визначають сумарний індекс небезпеки K за формулою

$$K_{\text{сум}} = 1/n_2 \cdot nK_i,$$

де n – кількість головних компонентів.

Завдання

Розрахувати сумарний індекс небезпеки відходів. Подати відповідні рекомендації щодо зберігання, транспортування та поховання. Початкові дані наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 – Початкові дані для розрахунку сумарного індексу

Номер варіанта	Речовини (№ з таблиці 4)	Маса відходів				
		m_1	m_2	m_3	m_4	m_5
1	2, 7, 8, 10, 14	100	300	50	78	63
2	4, 15, 25, 26, 27	28	55	100	250	18
3	7, 8, 10, 14, 19	8	100	20	52	64
4	7, 8, 10, 29, 32	66	65	21	12	5
5	7, 8, 10, 32, 43	6	70	20	30	100
6	8, 10, 14, 32, 43	500	300	400	20	100
7	4, 25, 26, 27, 30	600	20	15	17	8
8	7, 10, 19, 22, 25	5	24	39	45	101
9	22, 29, 30, 32, 43	118	21	15	9	56
10	19, 22, 29, 32, 43	52	67	8	99	84
11	5, 6, 24, 34, 36	55	128	340	655	121
12	5, 6, 17, 24, 36	136	51	72	61	450
13	5, 6, 11, 12, 13	120	61	79	350	309
14	5, 6, 11, 12, 17	502	122	83	123	450
15	20, 24, 28, 41, 42	422	70	51	77	60
16	23, 34, 36, 38, 39	321	79	202	190	8
17	12, 17, 24, 28, 41	9	109	22	77	96
18	11, 20, 28, 41, 42	51	59	61	222	120
19	1, 18, 21, 33, 44	105	63	73	203	150
20	3, 16, 35, 37, 40	105	71	230	324	122

Контрольні питання

1. Нормування шкідливих речовин.
2. Методи контролю та захист від шкідливих речовин на виробництві.
3. Отрути неорганічного походження та заходи профілактики.
4. Отрути органічного походження.
5. Канцерогенні речовини та профілактичні заходи.

2 САМОСТІЙНА РОБОТА

У процесі вивчення дисципліни «Основи промислової токсикології» студентами денної та заочної форм навчання передбачено самостійне вивчення окремих питань згідно зі змістом і тематикою дисципліни. Самостійна робота є складником навчального процесу на рівні підготовки бакалаврів і сприяє розвитку навичок щодо самостійного вирішення питань промислової токсикології у виробничій діяльності.

Мета самостійної роботи – доповнити й закріпити відомості, набуті під час вивчення теоретичного курсу, активізація творчих здібностей студентів, розвиток навичок роботи з нормативними джерелами, а також підготовка до самостійного створення необхідного рівня токсикологічної безпеки на виробництві.

На самостійну роботу згідно з робочою навчальною програмою з дисципліни «Основи промислової токсикології» передбачено 90 годин для денної та заочної форм навчання відповідно. У таблиці 6 наведено перелік відомостей, які студент повинен вивчити самостійно.

Вивчення рекомендованого для самостійної роботи матеріалу повинно виконуватися послідовно. Самостійна робота має відбуватися паралельно з викладенням лекційного матеріалу відповідної тематики.

Вивчення кожного нормативного документа під час самостійної роботи перевіряється за допомогою тестування шляхом проведення модуля відповідної тематики.

Таблиця 6 – Перелік відомостей для самостійного вивчення

№ з/п	Найменування теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Органічні сполуки в продуктах харчування, воді й повітрі, їхній вплив на здоров'я людини	5	7
2	Органічні речовини в медицині	5	7
3	Невідкладна допомога у разі отруєння фосфорорганічними сполуками	5	8
4	Правила охорони праці під час роботи з полімерними композитними матеріалами	6	8
5	Методи санітарного обстеження	6	8
6	Властивості біологічних мембран	6	9
7	Шляхи проникнення шкідливих речовин в організм	6	9
8	Отрути елементоорганічного походження	3	9
Усього		42	80

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мухіна М. В. Основи токсикології / М. В. Мухіна. – Київ : Наукова думка, 2000. – 600 с.
2. Петровська Мирослава. Екологічна токсикологія : навч.-метод. посіб. / Мирослава Петровська. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 116 с.
3. Нестерова Е. М. Основы токсикологии / Е. М. Нестерова. – Нижний Новгород : НГАСУ, 2007. – 361 с.
4. Григор'єва Л. І. Іонізуюче випромінювання та його вплив на організм людини : [навч. посіб.] / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін, І. М. Рожков. – Миколаїв : Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2008. – 137 с.
5. Екологічна біохімія : [навч. посіб.] / [В. М. Ісаєнко, В. М. Войціцький, Ю. Д. Бабенюк та ін.]. – Київ : Вид-во НАУ, 2005. – 437 с.
6. Екотоксикологія : [навч. посіб.] / [В. В. Снітинський, П. Р. Хірівський, П. С. Гнатів та ін.]. – Херсон : Олді-плюс, 2011. – 330 с.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до проведення практичних занять і організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ОСНОВИ ПРОМИСЛОВОЇ ТОКСИКОЛОГІЇ»

(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 263 – Цивільна безпека, освітні програми «Аудит та консалтингова діяльність у галузі охорони праці», «Охорона праці»)

Укладач **БЛИМ** Павло Анатолійович

Відповідальний за випуск *В. Е. Абракітов*
Редактор *О. А. Норик*
Комп'ютерне верстання *П. А. Білим*

План 2022, поз. 81М

Підп. до друку 14.06.2023. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 0,8.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК 5328 від 11.04.2017.