

Використання розрахункових завдань у підготовці вчителів фізики як майбутніх керівників осередків цивільної оборони

Ткаченко І.А., Мельник О.В., Краснобокий Ю.М.

У статті розглядається доцільність впровадження розрахункових задач у контексті удосконалення методики викладання фізики з професійним спрямуванням якісної підготовки майбутніх керівників об'єктів цивільної оборони.

Ключові слова: фізико-хімічні поняття, підготовка майбутнього вчителя фізики, розрахункові параметри

Соціально-економічні зміни у нашій державі зумовлюють необхідність удосконалення традиційних форм і методів підготовки студентської молоді. Це зумовлено насамперед тим, що особливої актуальності набуває проблема адекватності цілей та завдань підготовки педагогічних кадрів вимогам суспільства, оскільки традиційно організація та зміст професійної освіти майбутніх учителів характеризується у певній мірі значним консерватизмом. Бурхливий розвиток нанотехнологій, переоснащення сучасного виробництва, зміна кліматичних умов на Землі, як наслідок виникнення глобальних катастроф, є важливими мотиваційними чинниками, що висувають додаткові вимоги до відповідної підготовки студентів як майбутніх керівників навчальних закладів з питань захисту населення від впливу негативних факторів під час виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

Визначення оцінки радіаційного (хімічного) стану при техногенних катастрофах, аваріях на атомних електростанціях та на об'єктах хімічної промисловості; адекватне трактування дози радіації за час перебування на забрудненій території або розрахунок часу, який пройшов після ядерного вибуху (аварії на АЕС); виявлення різних видів отруйних речовин та знання методики їх виявлення – далеко не повний перелік питань та завдань, що викликають значні труднощі у студентів педагогічних ВНЗ при опануванні

дисциплін природничонаукового характеру. Причому, вивчення вище зазначених питань, оволодіння фізико-технічними та біологічними знаннями входить у навчальні програми фундаментальних дисциплін природничо-математичного циклу: загальна фізика, астрономія, технологія, біологія та ряд інших. Не дивлячись на це, наразі можна констатувати, що підготовка майбутніх студентів до реалізації основних завдань освітньо-кваліфікаційних програм, особливо з дисципліни цивільної оборони у частині практичної спрямованості [1], відбувається формально, практично на описовому рівні.

Тому, з метою забезпечення теоретичних та методичних основ підготовки майбутніх фахівців щодо впровадження розрахунково-експериментальних методів навчання нами була розроблена та втілена у навчальний процес з дисциплін: «цивільна оборона» і «проблеми сучасної фізики» в УДПУ імені Павла Тичини розрахунково-графічна робота «Визначення параметрів радіаційно-хімічного стану при виникненні надзвичайних ситуацій на об'єктах атомної та хімічної промисловості» [2]. Основними напрямками якої є: оцінка радіаційного стану у випадку ядерного вибуху; оцінка радіаційного стану при аваріях на АЕС; оцінка хімічного стану в осередку ураження, спричиненого сильнодіючою отруйною речовиною.

Натомість, розглянемо більш детально методику проведення розрахунків окремих з них, зокрема визначення *оцінки хімічного стану навколишнього середовища після аварії на об'єктах хімічної промисловості*. З метою визначення масштабів, характеру, ступеня впливу небезпечних речовин на людину та природу, необхідно здійснити оцінку хімічного стану місцевості методом прогнозування або за даними розвідки.

Вихідними даними для оцінки хімічного стану є:

- вид отруйних речовин (ОР) або сильнодіючої отруйної речовини (СДОР);
- тип і кількість ОР або СДОР;
- умови зберігання і характер потрапляння в навколишнє середовище небезпечних хімічних речовин;

- кількість працівників, мешканців, які потрапили в зону дії отруйних речовин;
- ступінь захищеності людей, тварин, продуктів харчування тощо;
- характер місцевості, рельєфу, забудови, наявність лісових насаджень на шляху поширення зараженого повітря;
- метеоумови: швидкість і напрямок вітру в приземному шарі, температура повітря і ґрунту, ступінь вертикальної стійкості повітря.

У свою чергу важливою характеристикою вертикальної стійкості повітря є фізичні параметри: інверсія, ізотермія та конвекція.

Інверсія виникає за ясної погоди, невеликій (до 4 м/с) швидкості вітру, у вечірній час, приблизно за 1 годину до заходу сонця і руйнується протягом години після сходу сонця. За інверсії нижні шари повітря холодніші за верхні, що перешкоджає розсіюванню його по висоті, створює найбільш сприятливі умови для збереження високих концентрацій зараженого повітря.

Конвекція виникає також за умови безхмарності, невеликих (до 4 м/с) швидкостях вітру, приблизно через 2 години після сходу сонця і руйнується приблизно за 2 - 2,5 години до заходу сонця. При виникненні конвекції нижні шари повітря нагріваються сильніше, ніж верхні, що й сприяє швидкому розсіюванню зараженої хімічною речовиною хмари і зменшенню її вражаючої дії.

Ізотермія спостерігається в хмарну погоду і характеризується стабільною рівновагою повітря в межах 20-30 м від земної поверхні. Ізотермія як і інверсія, сприяє тривалому застою парів ОР і СДОР як на відкритій місцевості, так і в закритих зонах.

Ступінь вертикальної стійкості приземного шару повітря може бути визначений за даними прогнозу погоди і за допомогою таблиці 1. Крім того, більш точно його можна визначити за швидкістю вітру на висоті 1 м та температурному градієнті $\Delta t = t_{50} - t_{200}$, де t_{50} – температура повітря на висоті 50см; t_{200} – температура повітря на висоті 200см від поверхні землі. При $\Delta t/V_1^2$

$\leq - 0,1$ буде інверсія, при $- 0,1 < \Delta t/V_1^2 < + 0,1$ – ізотермія, а при $\Delta t/V_1^2 \geq + 0,1$ – конвекція.

СДОР переважно потрапляють в організм через органи дихання, їхня дія проявляється на великих відстанях та площах в залежності від швидкості переносу вітру. Для багатьох СДОР характерна тривалість зараження навколишнього середовища, а також прояв віддалених ефектів ураження людей та об’єктів біосфери. Масштаби ураження при хімічно небезпечних аваріях істотно залежать від метеорологічних умов і виду зберігання СДОР. Так, іноді сильний викид може не спричинити значної шкоди або він буде мінімальним, у той же час менший викид в інших умовах може привести до більшої шкоди.

Знаючи хід протікання хімічних реакцій, можна зробити висновок: захисні заходи і, понад усе, прогнозування, виявлення та періодичний контроль за змінами хімічного стану, оповіщення населення та служб цивільної оборони, повинні проводитися з надзвичайно високою оперативністю.

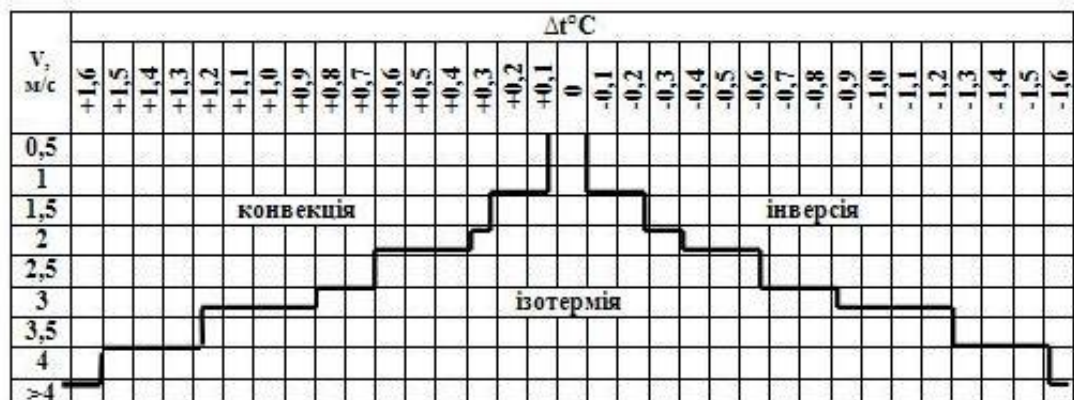
Порядок прогнозування хімічної обстановки:

1. Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря.

Враховуючи швидкість вітру V_B в м/с та Δt в $^{\circ}C$, визначаємо ступінь вертикальної стійкості повітря таблиця 1.

Таблиця 1

Визначення вертикальної стійкості повітря за даними метеоспостережень



2. Визначення глибини зони хімічного зараження.

Визначаємо глибину (Γ) Зони хімічного зараження (ЗХЗ), враховуючи ступінь вертикальної стійкості повітря, вид СДОР та її кількість, що потрапила в довкілля (таблиці 2-3):

А). Місцевість закрита: $\Gamma = \Gamma_{\text{табличне}} / 3,5 \text{ км(м)}$;

ємність обвалована: $\Gamma = \Gamma / 1,5 \text{ км(м)}$;

Таблиця 2

Глибина поширення хмари зараженого повітря з вражаючими концентраціями СДОР в км, швидкість вітру в 1 м/с.

	Кількість СДОР у резервуарі (на об'єкті), т								
	при інверсії			при ізотермії			при конвекції		
	1	5	10	1	5	10	1	5	10
На відкритій місцевості									
Хлор, фосген	9	23	49	1,8	4,6	7	0,47	1	1,4
Аміак	2	3,5	4,5	0,4	0,7	0,9	0,12	0,21	0,27
Сірчистий ангідрид	2,5	4	4,5	0,5	0,8	0,9	0,15	0,24	0,27
Сірководень	3	5,5	7,5	0,6	1,1	1,5	0,18	0,33	0,45
На закритій місцевості									
Хлор, фосген	2,6	6,6	14	0,5	1,3	2,0	0,15	0,4	0,52
Аміак	0,6	1,0	1,3	0,1	0,2	0,3	0,03	0,06	0,08
Сірчистий ангідрид	0,7	1,1	1,3	0,1	0,2	0,3	0,04	0,07	0,08
Сірководень	0,8	1,6	2,1	0,2	0,3	0,4	0,05	0,09	0,13
Примітка: для обвалованих і заглиблених резервуарів із СДОР глибина поширення хмари зараженого повітря зменшується в 1,5 рази									

Таблиця 3

Глибина поширення хмари зараженого повітря з вражаючими концентраціями СДОР в км (місцевість відкрита, швидкість вітру 1 м/с – ізотермія).

Назва СДОР	Кількість СДОР в ємкості резервуарі (на об'єкті), т					
	5	10	25	50	75	100

Хлор	4,6	7	11,5	16	19	21
Аміак	0,7	0,9	1,3	1,9	2,4	3

ПРИМІТКА:

1. Глибина розповсюдження хмари при інверсії буде приблизно в 5 разів більша, а при конвекції – в 5 разів менша, ніж при ізотермії.
2. Глибина розповсюдження хмари на закритій місцевості (населені пункти, лісові масиви) буде приблизно в 3,5 разів менша, ніж на відкритій.
3. Для обвалованих і заглиблених резервуарів із СДОР глибина поширення хмари зараженого повітря зменшується в 1,5 рази.

Б). Врахування додаткового коефіцієнту швидкості вітру (див. таблицю 4.
 $\Gamma = \Gamma * 0,55$ км (м), при ізотермії і швидкості вітру 3 м/с).

Таблиця 4

Додатковий коефіцієнт для урахування впливу швидкості вітру на глибину поширення зараженого повітря.

Вертикальний стан шарів повітря	Швидкість вітру, м/с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Інверсія	1	0,6	0,45	0,38	-	-	-	-	-	-
Ізотермія	1	0,7	0,55	0,5	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
Конвекція	1	0,7	0,62	0,55	-	-	-	-	-	-

3. Визначення ширини зони хімічного зараження.

$\text{Ш} = 0,03 * \Gamma$ – інверсія, $\text{Ш} = 0,15 * \Gamma$ – ізотермія, $\text{Ш} = 0,8 * \Gamma$ – конвекція.

$\text{Ш} = 0,15 * \Gamma$ км (м); при ізотермії.

4. Визначення площі зони хімічного зараження.

$S = 1/2 * \Gamma * \text{Ш}$ км² (м²).

5. Визначення часу підходу зараженого повітря до населеного пункту.

$t_{\text{підх.}} = R / (V_{\text{ср.}} * 60)$ хвилин, де:

R – відстань від місця аварії до об'єкту в метрах;

$V_{\text{ср.}}$ – середня швидкість перенесення хмари СДОР м/с (див. таблицю 5).

Таблиця 5

Середня швидкість перенесення хмари зараженої СДОР, м/с

	Інверсія		Ізотермія		Конвекція	
	Віддалення від місця аварії, км					
	R<10	R>10	R<10	R>10	R<10	R>10
1	2	2,2	1,5	2	1,5	1,8
2	4	4,5	3	4	3	3,5
3	6	7	4,5	6	4,5	5
4	-	-	6	8	-	-
5	-	-	7,5	10	-	-
6	-	-	9	12	-	-

6. Визначення часу вражаючої дії СДОР.

Визначаємо час вражаючої дії, використовуючи формулу та таблиці 6 - 7.

$t_{\text{ураж.}} = t_{\text{вип.}} * K_{\text{вип.}}$, де: $t_{\text{вип.}}$ – час випаровування годин, (таблиця 6).

$K_{\text{вип.}}$ – додатковий коефіцієнт часу випаровування (таблиця 7).

Таблиця 6

Час випаровування деяких СДОР годин (швидкість вітру 1 м/с)

СДОР	Вид сховища		СДОР	Вид сховища	
	необваловане	обваловане		необваловане	обваловане
Хлор	1,3	22	Сірчистий ангідрид	1,3	20
Аміак	1,2	20	Сірководень	1,0	19

Таблиця 7

Додатковий коефіцієнт ($K_{\text{вип.}}$) часу випаровування СДОР при різних швидкостях вітру

Швидкість вітру м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Додатковий коефіцієнт	1,0	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
	0	0	5	3	7	2	8	5	2	0

7. Розрахунок можливих втрат працюючого персоналу на об'єкті СДОР.

1. Визначаємо загальну кількість втрат працюючого персоналу на об'єкті (див. таблицю 8).

$N_{\text{заг}} = N_{\text{л}} * \text{табл.7} / 100\%$, де $N_{\text{заг}}$ – загальні втрати працюючого персоналу, відповідно до ступеня ураження; $N_{\text{л}}$ – кількість працюючого персоналу на об'єкті за умовою задачі.

2. $N_{\text{заг}} * 25\% / 100\%$ (ураження легкого ступеня);
3. $N_{\text{заг}} * 40\% / 100\%$ (середнього і важкого ступеня);
4. $N_{\text{заг}} * 35\% / 100\%$ (зі смертельними наслідками).

8. Розрахунок можливих втрат населення, яке потрапило під вплив СДОР.

1. Визначаємо загальну кількість втрат населення в населеному пункті.

$N_{\text{заг}} = N_{\text{л}} * \text{табл.7} / 100\%$, де $N_{\text{заг}}$ – загальні втрати населення відповідно до ступеня ураження; $N_{\text{л}}$ – кількість населення за умовою задачі.

2. $N_{\text{заг}} * 25\% / 100\%$ (ураження легкого ступеня);
3. $N_{\text{заг}} * 40\% / 100\%$ (середнього і важкого ступеня);
4. $N_{\text{заг}} * 35\% / 100\%$ (зі смертельними наслідками).

Таблиця 8

Можливі втрати людей від СДОР в осередку ураження, %

Умови знаходження людей	Без протигазів	Забезпеченість людей протигазами, %								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
На відкритій місцевості	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
У найпростіших укриттях, будівлях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

ПРИМІТКА: орієнтована втрата людей в осередку ураження становить: легкий ступінь – 25%, середній і важкий – 40%, смертельні наслідки – 35%

Для прикладу, наведемо розв'язок типової задачі з визначення оцінки хімічного стану.

Вихідні дані:

Об'єкт, на якому сталася аварія – населений пункт.

1. Вид СДОР – аміак.
2. Кількість СДОР– 5 тон.
3. Вид ємності – обвалована.
4. Кількість працівників – 100 осіб.
5. Забезпеченість протигазами – 50%.
6. Відстань від об'єкта – 3 км.
7. Кількість мешканців – 200 осіб.
8. Забезпеченість протигазами – 30%
9. Характер місцевості – відкрита.
10. Метеорологічні умови – $V_B = 3\text{ м/с}$, $\Delta t^\circ\text{C} = -0,1$

Розв'язання:

1. Визначаємо ступінь вертикальної стійкості повітря:

За швидкістю вітру $V_B = 3\text{ м/с}$ та $\Delta t^\circ\text{C} = -0,1$ (таблиця 1 – ізотермія).

2. Визначаємо глибину (Γ) зони хімічного зараження (ЗХЗ):

Враховуємо ступінь вертикальної стійкості повітря, вид СДОР та її кількість, що потрапила в довкілля: $\Gamma = 0,7\text{ км}$, враховуємо, що ємність обвалована: $\Gamma = 0,7\text{ км} / 1,5 = 467\text{ м}$.

Додатковий коефіцієнт швидкості вітру: $\Gamma = 467\text{ м} * 0,55 = 257\text{ м}$. $\Gamma = 257\text{ м}$.

3. Визначаємо ширину (Π) ЗХЗ: $\Pi = 0,03 * \Gamma$ – інверсія, $\Pi = 0,15 * \Gamma$ – ізотермія, $\Pi = 0,8 * \Gamma$ – конвекція. $\Pi = 0,15 * 257\text{ м} = 38,6\text{ м}$. $\Pi = 38,6\text{ м}$.

4. Визначаємо площу ЗХЗ: $S = 1/2 * \Gamma * \Pi$; $S = 1/2 * 257\text{ м} * 38,6\text{ м} = 4960\text{ м}^2$

5. Наносимо на карту прогнозовані зони хімічного зараження.

6. Визначаємо час підходу $t_{\text{підх.}}$ зараженого повітря до населеного пункту.

$t_{\text{підх.}} = R / (V_{\text{сер.}} * 60)$ хвилин, де: R – відстань від місця аварії до об'єкту в метрах, $V_{\text{сер.}}$ – середня швидкість перенесення хмари СДОР м/с; $t_{\text{підх.}} = 3000 / (4,5 * 60) = 11,1$ хвилин.

7. Визначаємо час вражаючої дії СДОР $t_{\text{ураж.}}$. $t_{\text{ураж.}} = 20\text{ год} * 0,55 = 11$ годин.

8. Розраховуємо можливі втрати працюючих:

$$100 * 27 / 100 = 27 \text{ осіб (загальні втрати);}$$

$$27 * 25 / 100 = 7 \text{ осіб (ураження легкого ступеня);}$$

$$27 * 40 / 100 = 11 \text{ осіб (середнього і важкого ступеня);}$$

$$27 * 35 / 100 = 9 \text{ осіб (зі смертельними наслідками).}$$

Таким чином, запропонована методика визначення можливих втрат працюючого персоналу за час перебування на місцевості, де виявлено сильнодіючі отруйні речовини; оцінка хімічного стану навколишнього середовища після аварії на об'єктах хімічної промисловості, дає змогу сформулювати та узагальнити у студентів не лише теоретичні знання із дисциплін професійно-орієнтованої підготовки, а й набути практичних умінь і навичок у частині проведення безпосередніх розрахунків, що сприятимуть прийняттю важливих управлінських рішень та адекватних їм координаційних дій.

Список використаних джерел

1. Атаманюк В.Г., Ширшев Л.Г., Єкимов Н.И. Гражданская оборона. – М.: Высшая школа, 2006. – С. 67 – 74.
2. Мельник О.В., Ткаченко І.А. Розрахунково-графічні завдання у підготовці майбутніх учителів дисциплін природничо-математичного циклу // Збірник наукових праць. Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Випуск 82. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2009. – Частина 1. – С.177 – 183.

We consider the advisability of implementing design solutions in the context of improving the teaching of physics on the professional preparation of future direction of quality managers cells civil defense.

Key words: physic-chemical concepts, preparation of future teachers of physics, payment options