

# РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНІ ЗАВДАННЯ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

Олександр Мельник, Ігор Ткаченко

У статті розглядається доцільність впровадження розрахунково-графічних задач як науково-дослідної проблеми для активізації самостійно-пошукової діяльності студентів.

In article necessity use of settlement-graphic problems as research problem for activization of independent work of students is considered.

*Ключові слова:* час ядерного вибуху, рівень радіації, атомна електростанція, доза опромінення.

Opening a nuclear explosion, radiation levels, nuclear power, radiation dose.

Динаміка розвитку освітнього навчального середовища ставить перед вищою школою нові проблемно-пошукові завдання. 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 створюють додаткові передумови для повноцінної підготовки студентів – майбутніх керівників навчальних закладів з питань захисту учнів від впливу негативних факторів під час виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

Визначення оцінки радіаційного (хімічного) стану при ядерних вибухах, аваріях на атомних електростанціях та на об'єктах хімічної промисловості; дози радіації за час перебування на забрудненій території або визначення часу, який

пройшов після ядерного вибуху (аварії на АЕС); розрахунку азимуту, швидкості середнього вітру – 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 поняттями входить у навчальні програми фундаментальних дисциплін природничо-математичного циклу: загальна фізика, астрономія, технологія 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 [], відбувається формально, практично на описовому рівні.

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 "**Параметри** радіаційно-хімічного стану при виникненні надзвичайних ситуацій на об'єктах атомної та хімічної промисловості". Основні **напрями** якої: оцінка радіаційного стану у випадку ядерного вибуху; оцінка радіаційного стану при аваріях на АЕС; оцінка хімічного стану в осередку ураження, утвореного **сильнодіючою отруйною речовиною**.

Особливої питомої ваги набувають також наступні завдання:

- визначення часу ядерного вибуху;
- визначення можливих доз опромінення за час перебування на місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами;
- побудова векторної діаграми середнього вітру, визначення його азимуту та швидкості.

### **1. Визначення часу ядерного вибуху.**

Під час проведення розрахунків необхідно чітко розмежувати такі поняття, як час ядерного вибуху ( $T_{\text{яв}}$ ) – час, який визначається за годинником на момент проведення розрахунків або вимірів радіації позначається великою літерою  $T$

( $14^{00}, 15^{00}, 16^{00}$ ) та приведений час ( $t_{пр}$ ) – час, що дорівнює різниці між будь-якими двома **вимірами** і позначається малою літерою  $t$  (1 год., 2 год., 3 год.)

Якщо час ядерного вибуху невідомий, то його можна визначити за швидкістю зниження (спаду) рівня радіації. Для цього у будь-якій точці на місцевості необхідно виміряти два рази рівень радіації з певним інтервалом у (хвилинах або годинах). За отриманим відношенням рівнів радіації при другому і першому вимірюванні  $P_2/P_1$  і приведеним часом між двома вимірюваннями ( $T_2 - T_1$ ) (див. табл. 1) визначаємо час  $t_{пв}$ , що минув з моменту ядерного вибуху до другого вимірювання. За різницею часу між другим вимірюванням і часом який минув після ядерного вибуху до другого вимірювання знаходимо час ядерного вибуху -  $T_{яв} = T_2 - t_{пв}$

Таблиця 1

**Час після ядерного вибуху залежно від співвідношення виміряних на місцевості рівнів радіації  $P_2/P_1$  та часу між вимірюваннями.**

Відношення рівня радіації при другому і першому вимірюванні $P_2/P_1$	Час між двома вимірюваннями ( $T_2 - T_1$ )								
	хвилини			години					
	15	20	30	1	2	3	4	5	6
	Час $t_{пв}$ після вибуху до другого виміру рівня радіації (г,хв.)								
0,9	3,0	4,00	6,00	12,00	24,00	36,00	48,00	60,00	144,00
0,8	1,30	2,00	3,00	6,00	12,00	18,00	24,00	30,00	72,00
0,7	1,00	1,2	2,00	4,00	8,00	12,00	16,00	20,00	48,00
0,6	0,45	1,00	1,30	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00	34,00
0,5	0,35	0,45	1,10	2,20	4,30	7,00	9,00	12,00	28,00
0,4	-	0,35	0,55	1,50	3,40	5,30	7,30	9,00	22,00
0,3	-	-	-	1,35	3,10	4,40	6,30	8,00	18,00
0,2	-	-	-	1,20	2,40	4,00	5,30	7,00	16,00

### Задача 1.

На території об'єкту в  $10^{00}$  годин заміряний рівень радіації становив  $P_1 = 60$  Р/год, о 12 годині в тій самій точці рівень радіації -  $P_2 = 30$  Р/год. Визначити час ядерного вибуху.

### Розв'язок:

1) Визначаємо відношення рівня радіації другого вимірювання до першого  $P_2/P_1$ :

$$30/60 = 0,5;$$

2) Визначаємо приведений час між двома вимірюваннями  $t_{пр} = T_2 - T_1$ :

$$12^{00} - 10^{00} = 2 \text{ години}$$

3) У таблиці 1 на перетині вертикальної графі "відношення рівня радіації при другому і першому вимірюванні" з горизонтальною графою "час між двома вимірюваннями" при відношенні  $P_2/P_1 = 0,5$  і приведенного часу між двома вимірюваннями  $t_{пр} = T_2 - T_1 = 2$  години, знаходимо  $t_{пв}$  – час, який минув після ядерного вибуху до другого  $T_2$  вимірювання – 4 години 30 хвилин.

4) Визначаємо час ядерного вибуху  $T_{яв} = T_2 - t_{пв}$ :

$$T_{яв} = 12^{00} - 4 \text{ години } 30 \text{ хвилин} = 7 \text{ годин } 30 \text{ хвилин.}$$

## **2. Визначення можливих доз опромінення за час перебування на місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами.**

У разі проведення рятувальних робіт, необхідно завчасно розрахувати можливі дози опромінення, які можуть отримати люди при перебуванні на забрудненій радіоактивними речовинами території.

Розрахувати дозу можливого опромінення можна за допомогою лінійки РЛ (радіаційна лінійка), формул або таблиць.

Доза опромінення визначається за формулою:

$$D = (P_n + P_k) * t / (2 * K_{осл}), \text{ де:}$$

$P_n$  – рівень радіації з початку перебування в зоні забруднення Р/год;

$P_k$  - рівень радіації на кінець перебування в зоні забруднення Р/год;

$P$  – загальний рівень радіації Р/год;

$t$  – тривалість перебування в зоні забруднення год;

$K_{осл.}$  – коефіцієнт ослаблення радіації транспортними засобами, будинками, спорудами.

Цікавим фактом є те, що рівень радіації після ядерного вибуху спадає не прямо пропорційно до часу, що минув після ядерного вибуху, а у певному **наближенні як експонента**, у відповідності до графіка функції  $y = x^a$  (див. рис. 1).

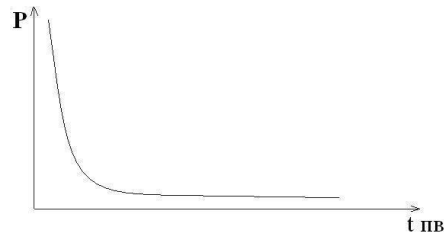


Рис. 1. Залежність рівня радіації від приведенного часу

За першу годину після ядерного вибуху рівень радіації зменшується в п'ять раз від початкового рівня радіації, а за наступний проміжок часу на одну п'яту від початкового рівня до повного розпаду радіонуклідів. Тому, в будь-якій точці радіоактивного забруднення місцевості рівень радіації буде дорівнювати одній п'ятій частині загальної дози до повного розпаду радіонуклідів.

Використовуючи досліджену закономірність, наведемо формулу для визначення дози опромінення, яку можуть отримати рятувальники за час перебування на забрудненій території з врахуванням коефіцієнту ослаблення (будівель, споруд, транспорту).

$$D = (5 * P_n * t_n - 5 * P_k * t_k) / K_{осл}, \text{ де:}$$

$P_n$  – рівень радіації з початку перебування в зоні забруднення Р/год;

$P_k$  – рівень радіації на кінець перебування в зоні забруднення Р/год;

$t_n$  – час початку перебування в зоні забруднення, що пройшов після ядерного вибуху, год;

$t_k$  – час закінчення перебування в зоні забруднення, що пройшов після ядерного вибуху, год.

Таблиця 2

**Коефіцієнти перерахунку рівнів радіації на різний час після вибуху**

Час який пройшов після вибуху, год	$K_t = P_1/P_t$	Час який пройшов після вибуху, год	$K_t = P_1/P_t$	Час який пройшов після вибуху, год	$K_t = P_1/P_t$
1	1,0	10	15,85	72	169,3
2	2,30	12	19,72	96	239,2
3	3,74	14	23,73	120	312,6
4	5,28	16	27,86	144	389,1

<b>5</b>	6,90	<b>18</b>	32,08	<b>168</b>	468,1
<b>6</b>	8,59	<b>20</b>	36,41	<b>192</b>	549,5
<b>7</b>	10,33	<b>22</b>	40,83	<b>216</b>	633,0
<b>8</b>	12,13	<b>24</b>	45,31	<b>240</b>	718,0
<b>9</b>	13,96	<b>48</b>	104,1	<b>264</b>	805,2
<b>Примітка.</b> Коефіцієнт К показує у скільки разів зменшився рівень радіації за час від 1 години після вибуху до моменту даного вимірювання.					

## **Задача 2.**

Особовий склад невоєнізованих формувань прибув з укриття в одноповерхову виробничу будівлю для проведення рятувальних робіт, через 2 години після ядерного вибуху. Рівень радіації на території об'єкта через 1 годину після ядерного вибуху становив  $P_1 = 20$  Р/год. Визначити експозиційну дозу випромінення **D** рентген, яку отримають люди за чотири години робіт  $t_{\text{робіт}} = 4$  години, якщо  $K_{\text{осл.}} = 7$

### **1. Розрахунок за допомогою формули $D = (P_{\text{п}} + P_{\text{к}}) * t / (2 * K_{\text{осл.}})$ .**

1. Визначаємо час, що пройшов після ядерного вибуху  $t_{\text{п}}$  та  $t_{\text{к}}$ :

$t_{\text{п}} = 2$  години;

$t_{\text{к}} = t_{\text{п}} + t_{\text{робіт}} = 6$  годин.

2. Визначаємо рівень радіації на початку та на завершенні робіт, тобто на 2 і 6 години після ядерного вибуху ( $P_{\text{п}}$ ,  $P_{\text{к}}$ ), враховуючи коефіцієнт перерахунку рівнів радіації  $K_t$  (див. табл. 2):

$P_{\text{п}} = P_2 = P_1 / K_2 = 20 / 2,3 = 8,7$  Р/год;

$P_{\text{к}} = P_6 = P_1 / K_6 = 20 / 8,59 = 2,33$  Р/год.

3. Визначаємо дозу опромінення, яку отримають рятувальники:

$D = (8,7 + 2,33) * 4 / 2 * 7 = 3,15$  Р

### **2. Розрахунок за допомогою формули $D = (5 * P_{\text{п}} * t_{\text{п}} - 5 * P_{\text{к}} * t_{\text{к}}) / K_{\text{осл.}}$ .**

1. Визначаємо час  $t_{\text{п}}$  та  $t_{\text{к}}$ , що пройшов після ядерного вибуху:

$t_{\text{п}} = 2$  години;

$t_{\text{к}} = t_{\text{п}} + t_{\text{робіт}} = 6$  годин.

Визначаємо рівень радіації на початку і вкінці робіт:

$P_{\text{п}} = P_2 = P_1 / K_2 = 20 / 2,3 = 8,7$  Р/год;

$$P_k = P_6 = P_1/K_6 = 20/8,59 = 2,33 \text{ Р/год.}$$

3. Визначаємо дозу опромінення, яку отримують рятівники:

$$D = (5 \cdot 8,7 \cdot 2 - 5 \cdot 2,33 \cdot 6) / 7 = 2,44 \text{ Р.}$$

Різниця у розрахунках складає 0,71 Р, що відповідає  $\approx 30\%$  похибки.

Аналізуючи проведені вище розрахунки, можна зробити висновок, що при використанні більш простої формули для визначення дози опромінення, показники завжди будуть дещо вищі, особливо в перші години після ядерного вибуху.

### **3. Визначення азимуту $A_c$ , швидкості $V_c$ середнього вітру та часу формування (підходу) радіоактивної хмари.**

**Середнім вітром** називається вітер, який є середнім за швидкістю і напрямком для усіх шарів атмосфери від поверхні землі до висоти піднімання верхньої межі хмари ядерного вибуху. Напрямок середнього вітру визначається азимутом у градусах.

**Азимут середнього вітру** – кут в горизонтальній площині, відрахований у градусах за ходом годинникової стрілки від напрямку на північ до лінії, звідки дме вітер.

Для визначення середнього вітру необхідно мати дані про напрямок і швидкість вітру на різних висотах. Ці дані можуть бути отримані за вітрового зондування атмосфери пілот-кулями, радіопілотами або радіозондами. Дослідження атмосфери також здійснюється станціями гідрометеорологічної служби декілька разів на добу. Напрямок середнього вітру  $V_c$  співпадає з напрямком суми векторів вітрів на різних висотах атмосфери, а його швидкість дорівнює величині вектору, який утворюється при діленні сумарного вектору на число окремих векторів.

$$V_c = 1/n \sum_{i=1}^n V_i, \text{ де:}$$

$V_i$  – вектор вітру в середині окремого шару атмосфери;

$n$  – кількість шарів атмосфери, висоти підйому хмари ядерного вибуху.

Швидкість середнього вітру вимірюється, як правило, в кілометрах на годину (км/год), а його напрямок – в градусах. Величина кута в градусах

визначає сторону горизонту, звідки дме вітер. Так, наприклад, вітер, який дме точно з півночі, має напрямок  $0^{\circ}$  або  $360^{\circ}$ , з сходу –  $90^{\circ}$ , з півдня –  $180^{\circ}$ , з заходу –  $270^{\circ}$ .

Середній вітер може бути визначений аналітичним і графічним способом.

Суть **аналітичного способу** визначення середнього вітру полягає в додаванні складових вітру для окремих шарів атмосфери, розкладених по взаємно перпендикулярних осях X і Y.

Сума складових векторів обраховується за формулами:

$$V_x = 1/n \sum_{i=1}^n V_i \sin a_i ;$$

$$V_y = 1/n \sum_{i=1}^n V_i \cos a_i , \text{ де:}$$

$V_x$  і  $V_y$  – складові вектора середнього вітру на осях X і Y;

$V_i$  – вектор швидкості вітру в окремому шарі атмосфери;

$a_i$  – напрямок вітру в окремому шарі атмосфери;

$n$  – кількість шарів атмосфери, висоти підйому хмари ядерного вибуху.

**Швидкість і напрямок середнього вітру визначається за допомогою співвідношень:**

$$V_c = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} ;$$

$$\text{tg } a_c = \frac{V_x}{V_y}$$

Суть **графічного способу** полягає в побудові векторної діаграми, шляхом геометричного додавання векторів вітру окремих шарів атмосфери.

При цьому виконуються наступні операції:

1. На листку міліметрового паперу наноситься початкова точка O, від якої в відповідному самому нижньому (приземному) шарі атмосфери напрямку відкладається вектор вітру. Для цього за допомогою транспортира і лінійки проводиться пряма, напрямок якої визначається транспортером в градусах, а довжина в вибраному масштабі, що відповідає швидкості вітру даного окремого шару атмосфери.



2. Від кінця першого вектору подібним способом будується вектор вітру наступного окремого шару атмосфери. Таким чином будуються вектори для усіх наступних окремих шарів до максимальної висоти підйому хмари ядерного вибуху відповідної потужності.

3. Початкова точка  $O$  з'єднується прямою лінією з кінцем останнього вектору. Отримана пряма визначає напрямок вектора середнього вітру, який вимірюється за допомогою транспортира в градусах.

4. Результуюча пряма ділиться на рівні відрізки по числу складових векторів вітру окремих шарів атмосфери. Величина отриманого відрізка, яка виражена у відповідному масштабі визначає швидкість середнього вітру.

5. В кінці першого відрізка на результуючій прямій стрілкою позначається напрямок середнього вітру. Вказаний відрізок являється шуканим вектором середнього вітру усіх шарів атмосфери від поверхні землі до максимальної висоти підйому хмари ядерного вибуху (див. рис. 2).

### Задача 3.

Визначити азимут в градусах  $A^0$  та швидкість  $V_c$ , середнього вітру за час формування (підходу) радіоактивної хмари в годинах за умов:

Таблиця 3

Висота, км	Азимут, градуси	Швидкість вітру, км/год	Відстань до ядерного вибуху, км	Масштаб вектора 1:10
0-2	$180^0$	25	126	1 сантиметр вектора – 10 км/год.
2-4	$210^0$	15		
4-6	$240^0$	20		
6-8	$270^0$	10		
8-10	$300^0$	15		

**Розв'язок:**

**Визначення азимуту середнього вітру.**

Визначаємо азимут  $A_c$  в градусах та швидкість  $V_c$  в км/год середнього вітру, відповідно до заданого масштабу, за допомогою векторної діаграми та наведеної вище методики.

$$A_c \approx 223^\circ \quad V_c = 12,6 \text{ км/год.}$$

3. Визначаємо  $t_\phi$  - час формування (підходу) радіоактивної хмари годин:

$$t_\phi = R/V_{\text{сер}}, \text{ годин, де:}$$

$R$  - відстань від ядерного вибуху до даного об'єкта або населеного пункту, км;

$V_c$  - швидкість середнього вітру км/год.

$$t_\phi = 126\text{км}/12,6 \text{ км/год} = 10 \text{ годин.}$$

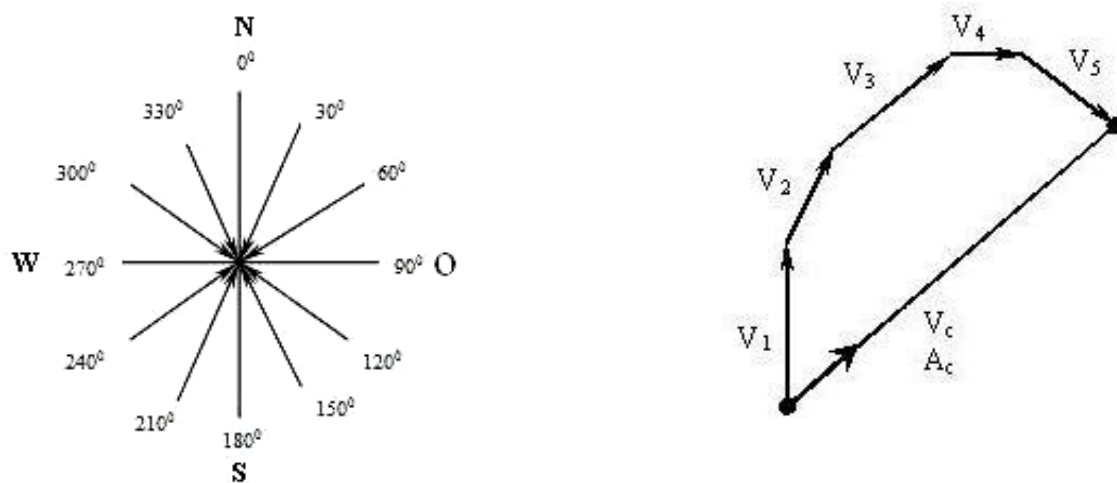


Рис. 2. Векторна діаграма середнього вітру

Таким чином, запропонована розрахунково-графічна робота сприяє формуванню у студентів основних умінь і навичок науково-дослідного пошуку, дозволяє підвищити рівень логічного мислення та просторової уяви, дає змогу значно ширше залучати їх у процес створення умов творчого зростання.

## Бібліографія

1. Сергієнко В.П. Концептуальні засади професійної підготовки сучасного вчителя фізики // Методологічні принципи формування фізичних знань учнів і професійних якостей майбутніх учителів фізики та астрономії. – Кам'янець-Подільський: К-ПДПУ, 2003. – Вип. 9. – С. 46 – 49.
2. Атаманюк В.Г., Ширшев Л.Г., Єкимов Н.И. Гражданская оборона. - М.: Высшая школа, 1986. – С. 67 – 74
3. Белозеров Я.Е., Несытов Ю.К., Внимание! Радиоактивное заражение! – М.: Воениздат, 1982. – С. 33 – 38
4. Демиденко Г.П., Кузьменко Е.П., Орлов П.П., Пролыгин В.А., Сидоренко Н.А. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения, справочник. – К.: Выша школа, 1989. – С.17 – 27, 102 – 165
5. Егоров П.Т., Шляхов И.А., Алабин Н.И. Гражданская оборона. – М.: Высшая школа, 1977. – С. 131 – 159

## РЕЄСТРАЦІЙНА КАРТКА

учасника науково-практичної конференції “**Засоби і технології сучасного навчального середовища**”

Прізвище – **Ткаченко**

Ім'я – **Ігор**

По-батькові – **Анатолійович**

Вчений ступінь – кандидат педагогічних наук

Вчене звання – доцент

Місце роботи – Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Посада – доцент кафедри фізики і астрономії та методики їх викладання

Коло наукових інтересів – теорія навчання фізики і астрономії

Адреса для листування – 20300, м. Умань, вул. Тищика 11, кв. 78

Телефон: (04744)59084 (роб.) 31292 (дом.)

Планую виступити з доповіддю на тему: “ Розрахунково-графічні завдання у підготовці майбутніх учителів дисциплін природничо-математичного циклу ”

Матеріали доповіді і переказ надіслані

**середовища”**

Прізвище – **Мельник**

Ім'я – **Олександр**

По-батькові – **Васильович**

Вчений ступінь – не має

Вчене звання – не має

Місце роботи – Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Посада – викладач кафедри валеології та фізичного виховання

Коло наукових інтересів – теорія і практика навчання цивільної оборони

Адреса для листування – 20300, м. Умань, вул. Глібка 17, кв. 79

Телефон: (04744)59084 (роб.) 35411 (дом.)

Планую виступити з доповіддю на тему: “ Розрахунково-графічні завдання у підготовці майбутніх учителів дисциплін природничо-математичного циклу ”

Матеріали доповіді і переказ надіслані