

**Олександр Мельник**

*кандидат технічних наук, доцент кафедри  
техніко-технологічних дисциплін,  
охорони праці та безпеки життєдіяльності  
Уманського державного педагогічного  
університету імені Павла Тичини*

## **ВИКОРИСТАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНИХ ЗАВДАНЬ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНЬОГО УЧИТЕЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Анотація.** У статті розглядаються способи оцінки радіаційної обстановки, вплив метеорологічних умов на ступінь радіоактивного забруднення місцевості. Дано визначення таких термінів як радіаційна обстановка, середній вітер, азимут середнього вітру. Крім того показана методика визначення азимуту і швидкості середнього вітру двома способами: аналітичним і графічним. Наведені переваги та недоліки кожного із них.

**Ключові слова:** азимут, атмосфера, швидкість середнього вітру, напрямок середнього вітру, метеорологічні умови, аналітичний метод, графічний метод.

**Аннотация.** В статье рассматриваются способы оценки радиационной обстановки, влияние метеорологических условий на степень радиоактивного загрязнения местности. Дано определение таких терминов как радиационная обстановка, средний ветер, азимут среднего ветра. Кроме того показана методика определения азимута и скорости среднего ветра двумя способами: аналитическим и графическим. Приведены преимущества и недостатки каждого из них.

**Ключевые слова:** азимут, атмосфера, скорость среднего ветра, направление среднего ветра, метеорологические условия, аналитический метод, графический метод.

### **Annotation.**

This article describes the ways of radiation situation assessment, influence of meteorological conditions to the level of radioactive contamination in areas.

There are presented such definitions of the terms as the radiation levels, average wind, and average wind azimuth. Besides, there are presented the methodology of definition the azimuth and average wind speed into two ways: analytical and graphical. There are presented advantages and disadvantages both of them.

**Key words:**

Azimuth atmosphere. the mean wind speed, mean wind direction, weather conditions, the analytical method, a graphical method.

**Постановка задачі.**

Підготовка студента технологічної освіти на сучасному етапі навчання ґрунтується на наявності базових знань з дисциплін природничо-математичного циклу. Багато сучасних посібників та підручників написані, або укладені з гуманітарним напрямком, так як теоретичний матеріал подається поверхнево без поглибленого розкриття змісту, не використовуючи графічні та аналітичні методи вирішення поставленого завдання. Для прикладу, може бути тема – «Прогнозування радіаційної обстановки методом прогнозу» де розглядаються такі поняття як середній вітер, азимут і швидкість середнього вітру.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

На жаль у сучасних підручниках «Цивільний захист» таких авторів, як Стеблюк М.І., Миценко І. М. та ін. подаються тільки загальні визначення зазначених вище понять, без детального пояснення і розкриття.

**Формування цілей статті.**

Дана стаття сприяє формуванню у студентів основних умінь і навичок щодо здійснення прогнозування радіаційної обстановки методом прогнозу. Розвиває логічне мислення та закріплює набуті знання, отримані під час вивчення дисциплін технологічного циклу.

**Викладення основного матеріалу.**

Для визначення впливу радіоактивного забруднення місцевості на особовий склад формувань цивільного захисту, населення, виробничу

діяльність об'єктів виробництва, виявляють і оцінюють радіаційну обстановку.

**Радіаційна обстановка** - це масштаб і ступінь радіоактивного забруднення місцевості, які впливають на дії формувань ЦЗ, населення і роботу окремих об'єктів господарювання.

Радіаційну обстановку можна виявити і оцінити двома способами:

- **методом прогнозу;**
- **за даними розвідки.**

**Перший спосіб** виявлення радіаційної обстановки - **метод прогнозу** проводиться попередньо, як правило до моменту вибуху або аварії, щоб проаналізувати і оцінити негативний вплив радіоактивного забруднення на людей, місцевість та навколишнє середовище в цілому.

**Для прогнозування радіоактивного забруднення місцевості методом прогнозу необхідні наступні вихідні дані:**

- розміщення атомної електростанції АЕС, (координати ядерного вибуху (ЯВ));
- вид і потужність атомного реактора, (вид і потужність ЯВ);
- момент часу аварії або вибуху, напрямок і швидкість середнього вітру.

Вплив метеорологічних умов на формування радіоактивного сліду ЯВ є багатофакторний процес, врахування усіх показників якого, при прогнозуванні радіоактивного забруднення є вельми складним. На практиці, зазвичай, застосовують спрощений метод прогностичних розрахунків, заснований на використанні інформації тільки про напрямок і швидкість вітру на різних висотах [1,2,4].

**Середнім вітром** називається вітер, який є середнім за швидкістю і напрямком для усіх шарів атмосфери (стратосфери), середнє значення якої становить для полярних широт 8-10 км, для помірних широт 10-12 км, для тропічних широт 16-18 км. Напрямок середнього вітру вказується азимутом у градусах.

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

Вплив середнього вітру на формування сліду хмари ядерного вибуху дає наближено такий же результат, що і сума взятих окремо вітрів на кожному горизонтальному рівні шару атмосфери від поверхні землі до верхньої кромки хмари [2,3].

Напрямок середнього вітру  $\vec{V}_{сер}$  співпадає з напрямком суми векторів вітрів на різних висотах шару атмосфери, а його швидкість дорівнює величині вектору, який отримується при діленні сумарного вектору на число окремих векторів [2]:

$$\vec{V}_{сер} = \frac{1}{n} \sum_i^n \vec{V}_i$$

де

$\vec{V}_i$  – вектор вітру в середині окремого шару атмосфери;

$n$  – кількість шарів на які ділиться висота підйому хмари.

Приведена формула дійсна для умов, коли окремі шари атмосфери рівні і товщина їх настільки мала, що зміною вітру в середині ділянки можна знехтувати. На практиці дані про вітер можуть бути отримані з шарів неоднакової величини (висоти). Зазвичай у нижніх шарах дані про вітер поступають через менші проміжки часу (швидше змінюється), ніж у верхніх шарах. В такому випадку середній вітер у шарі атмосфери розраховується з врахуванням різної товщини окремих шарів:

$$\vec{V}_{сер} = \sum_i^n \vec{V}_i \frac{\Delta z_i}{z}$$

де

$\Delta z_i$  - товщина окремого шару атмосфери;

$$Z = \sum_i^n \Delta z_i, \text{ товщина усього шару від поверхні землі до висоти підйому}$$

хмари.

Для визначення середнього вітру, таким чином, необхідна наявність даних про напрямок і швидкість вітру на різних висотах. Ці дані можуть бути отримані при вітровому зондуванні атмосфери пілот-кулями, радіопілотами або радіозондами. Зондування атмосфери здійснюється станціями гідрометеорологічної служби декілька разів на добу. Для прогнозування радіоактивного забруднення місцевості використовуються дані зондування, які є найближчими за часом до моменту ЯВ, що дає змогу на момент часу ЯВ визначити середній вітер графічним або аналітичним способом та спрогнозувати і оцінити радіаційну обстановку.

Швидкість середнього вітру вимірюється, як правило, в кілометрах на годину (км/год.), а його напрямок – в градусах, відраховується за ходом годинникової стрілки від напрямку на північ. Величина кута в градусах визначає сторону горизонту, звідки дме вітер. Так, наприклад, вітер, який дме точно з півночі, має напрямок  $0^0$  або  $360^0$ , із сходу –  $90^0$ , з півдня –  $180^0$ , а з заходу –  $270^0$ . Враховуючи зазначене можна визначити проміжні напрямки вітру.

Середній вітер може бути визначений *аналітичним або графічним* способом [2,5].

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 обчислюється за формулами:**

$$\vec{V}_x = \frac{1}{n} \sum_i^n \vec{V}_i \sin \alpha_i;$$

$$\vec{V}_y = \frac{1}{n} \sum_i^n \vec{V}_i \cos \alpha_i$$

де

$\vec{V}_x, \vec{V}_y$  – складові вектора середнього вітру на осях  $x$  і  $y$ ;

$\vec{V}_i$  – вектор швидкості вітру в окремому шарі атмосфери;

$\alpha_i$  – напрямок вітру в окремому шарі атмосфери;

$n$  - кількість шарів атмосфери.

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

$$\vec{V}_{сер} = \sqrt{\vec{V}_x^2 + \vec{V}_y^2};$$

$$tg \alpha_{сер} = \frac{\vec{V}_x}{\vec{V}_y}$$

Графічний спосіб визначення напрямку і швидкості середнього вітру є більш розповсюдженим у порівнянні з аналітичним способом завдяки своїй наочності і простоті.

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

**Послідовність виконання:**

1. На листку міліметрового паперу наноситься початкова точка **М**, від якої у відповідному самому нижньому (приземному) шарі атмосфери напрямку відкладається вектор вітру. Для чого центр транспортира ставимо у початкову точку **М**, а нуль транспортира суміщаємо із відміткою північ, відкладаємо за ходом годинникової стрілки кут у градусах між напрямком на північ до напрямку вітру першого шару атмосфери. **Перший вектор** відкладається у напрямку протилежному від відміченого кута, тобто від точки **М** за напрямком вітру, а довжина вектора, у вибраному масштабі, 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 **М** з'єднується прямою лінією з кінцем останнього вектору точкою **К**. Отримана пряма визначає напрямок вектора середнього вітру, який виміряється за допомогою транспортира в градусах.

4. Результуюча пряма ділиться на рівні відрізки по числу складових векторів вітру окремих шарів атмосфери. Величина отриманого відрізка (наприклад першого), який виражений у відповідному масштабі, визначає швидкість середнього вітру, а кут виражений в градусах та відрахований за ходом годинникової стрілки від напрямку на північ до напрямку лінії, звідки на нас дме вітер, визначає азимут середнього вітру.

5. В кінці першого відрізка на результуючій прямій стрілкою позначається напрямок середнього вітру. Вказаний відрізок являється шуканим вектором середнього вітру всіх складових атмосфери від поверхні землі до максимальної висоти підйому хмари ядерного вибуху.

***Наведемо приклад визначення азимуту та швидкості середнього вітру графічним та аналітичним способами.***

Визначити азимут  $A_c$  в градусах та швидкість  $V_c$  в км/год, середнього вітру за час формування (підходу) радіоактивної хмари в годинах, за умов (табл.1):

Таблиця 1

**Параметри азимуту та швидкості середнього вітру**

Висота, км	Азимут, градуси	Швидкість вітру, км/год.	Відстань до ЯВ, км	Масштаб вектора 1:10
0-2	180 <sup>0</sup>	25	126	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
2-4	210 <sup>0</sup>	15		
4-6	240 <sup>0</sup>	20		
6-8	270 <sup>0</sup>	10		
8-10	300 <sup>0</sup>	15		

***Графічний спосіб визначення відповідно до наведеної методики:***

1. Наносимо векторну діаграму напрямку вітру в кожному окремому шарі повітря та напрямок середнього вітру, як показано на рис. 1.

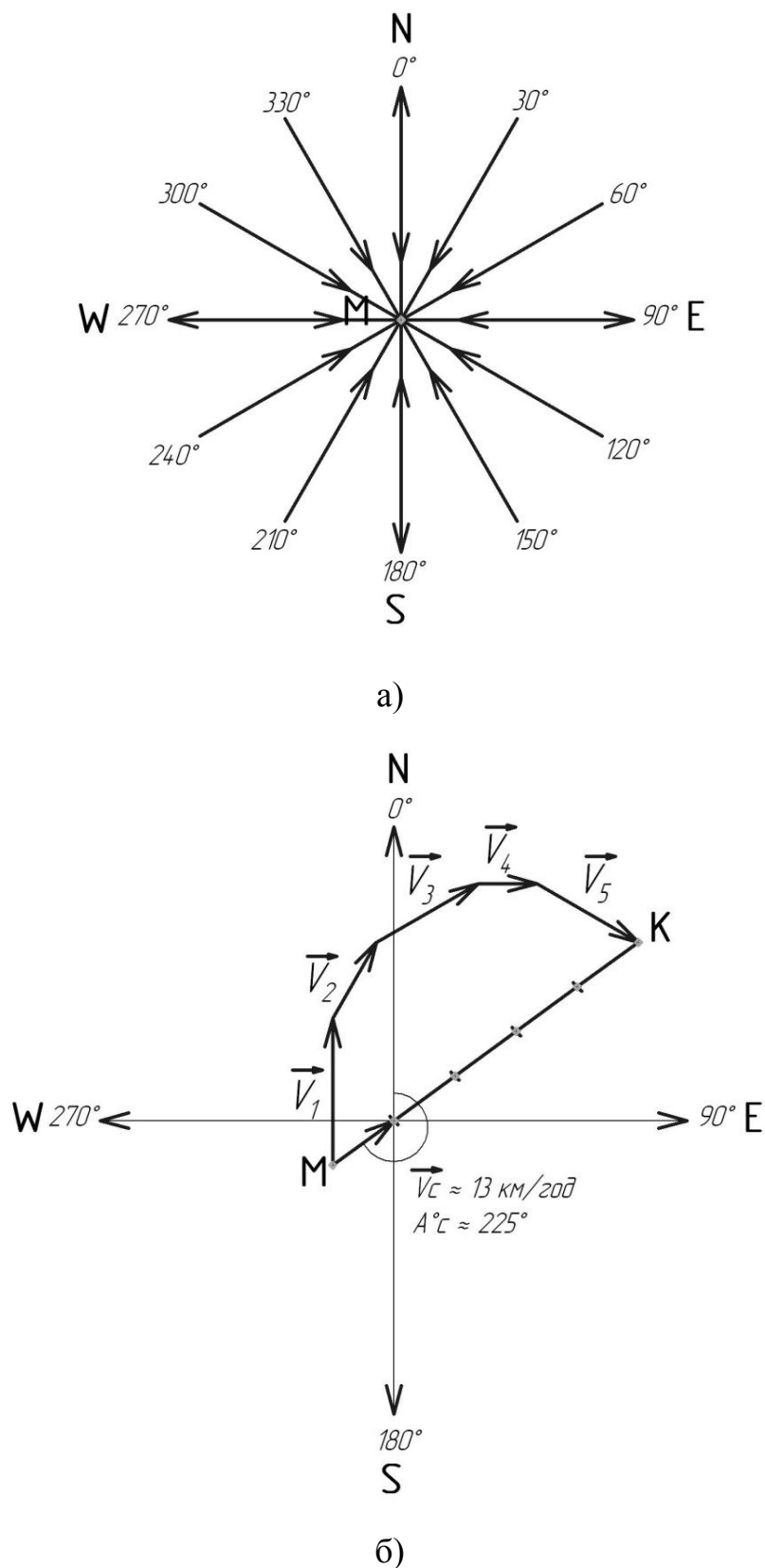


Рис. 1 Визначення азимуту та швидкості середнього вітру:

а) напрямки сторін горизонту та можливих вітрів; б) векторна діаграма середнього вітру



2. Визначаємо азимут  $A_c$  в градусах та швидкість  $\vec{V}_{сер}$  км/год. середнього вітру відповідно заданого масштабу, за допомоги векторної діаграми та наведеної вище методики (рис. 1).

$A_c \approx 225^0$ ; та швидкість  $\vec{V}_{сер} \approx 13$  км/год.

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

$$t_\phi = \frac{R}{\vec{V}_{сер}}$$

де

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

$\vec{V}_{сер}$  - швидкість середнього вітру км/год.

$t_\phi \approx 126 \text{ км} / 13 \text{ км/год.} \approx 9,7$  годин  $\approx 9$  годин 42 хвилини.

**Аналітичний спосіб визначення відповідно до наведеної методики:**

$$\vec{V}_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \vec{V}_i \sin \alpha_i = \frac{1}{5} (25 \cdot \sin 180^0 + 15 \cdot \sin 210^0 + 20 \cdot \sin 240^0 + 10 \cdot \sin 270^0 +$$

$$15 \cdot \sin 300^0) = \frac{1}{5} \left( 25 \cdot 0 + 15 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) + 20 \cdot \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) + 10 \cdot (-1) + 15 \cdot \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \right) =$$

$$\frac{1}{5} \left( -\frac{15}{2} - 10\sqrt{3} - 10 - \frac{15\sqrt{2}}{2} \right) = -9,56;$$

$$\vec{V}_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \vec{V}_i \cos \alpha_i = \frac{1}{5} (25 \cdot \cos 180^0 + 15 \cdot \cos 210^0 + 20 \cdot \cos 240^0 + 10 \cdot \cos 270^0 +$$

$$15 \cdot \cos 300^0) = \frac{1}{5} \left( 25 \cdot (-1) + 15 \cdot \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) + 20 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) + 10 \cdot (0) + 15 \cdot \left(\frac{1}{2}\right) \right) =$$

$$\frac{1}{5} \left( -25 - \frac{15\sqrt{2}}{2} - 10 + \frac{15}{2} \right) = -8,095;$$

$$\vec{V}_{сер} = \sqrt{\vec{V}_x^2 + \vec{V}_y^2} = \sqrt{(-9,56)^2 + (-8,095)^2} = \sqrt{156,9226} = 12,5 \text{ км/год},$$

$$tg \alpha_{сер} = \frac{\vec{V}_x}{\vec{V}_y} = \frac{-9,56}{-8,095} = 1,18 = 230^0$$

## **Висновок.**

Після приведених вище розрахунків отриманих аналітичним і графічним способами маємо збіжність їх результатів, що свідчить про достовірність запропонованої методики. Перевагою аналітичного способу є більша точність отриманого результату, а недоліком – складність у проведенні розрахунків (використання табличних значень тригонометричних функцій тощо).

Перевагою графічного способу є, насамперед, його простота й наочність, а недоліком – наближеність отриманих результатів.

Таким чином, запропонована методика сприяє формуванню у студентів основних умінь і навичок щодо здійснення прогнозування радіаційної обстановки методом прогнозу, розвиває логічне мислення та закріплює набуті знання, отримані під час вивчення дисциплін технологічної освіти, креслення та комп'ютерної графіки.

## **Список використаних джерел:**

1. Атаманюк, В. Г. Гражданская оборона / В. Г. Атаманюк, Л. Г. Ширшев, Н. И. Екимов. – М. : Высшая школа, 1986. – С. 67 – 74
2. Белозеров, Я. Е. Внимание! Радиоактивное заражение! / Я. Е. Белозеров, Ю. К. Несытов. – М. : Воениздат, 1982. – С. 33 – 38
3. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения : справочник / Г. П. Демиденко, Е. П. Кузьменко, П. П. Орлов [и др.]. – К. : Выща школа, 1989. – С.17 – 27, 11 – 21
4. Егоров, П. Т. Гражданская оборона / П. Т. Егоров, И. А. Шляхов, Н. И. Алабин. – М. : Высшая школа, 1977. 131 – 133
5. Мельник, О. В. Цивільний захист : навчальний посібник / О. В. Мельник. – Бровари : ТОВ «АНФ ГРУП», 2014. – С. 146 – 166

### **Інформація про автора:**

**Мельник Олександр Васильович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри техніко-технологічних дисциплін, охорони праці та безпеки життєдіяльності Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

Домашня адреса: м. Умань, вул. Глібка 17, кв. 79

E-mail: [aleksandr.melnik.99@mail.ru](mailto:aleksandr.melnik.99@mail.ru)

Контактний телефон: 0934237713, 0961098876, 0992256279, 04744(3-54-11)